



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO ECOGRÁFICA DAS ARTICULAÇÕES
METACARPOFALÂNGICA E METATARSOFALÂNGICA EM EQUINOS

Madalena Corrêa Figueira Pinto Cardoso

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Presidente:

Doutora Paula Alexandre Botelho

Garcia de Andrade Pimenta Tilley

Vogais:

Doutor Luis Ressano Garcia Pardon

Lamas

Doutora Susana Oliveira Serrano

Monteiro

ORIENTADOR

Doutora Susana Oliveira Serrano Monteiro

CO-ORIENTADOR

Doutora Maria Rita Martins Garcia da

Fonseca Pequito

2019

LISBOA



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA



COUDELARIA DE ALTER
1748



Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

A presente dissertação foi elaborada no contexto da participação no projeto de investigação “Novas metodologias de diagnóstico de doença articular em equinos” realizado pela Universidade de Évora, o qual foi cofinanciado pelos programas operacionais Alentejo 2020 e Portugal 2020, e pelo Fundo Europeu do Desenvolvimento Regional - Projeto ALT 20-30-0246-FEDER-000019.



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

AVALIAÇÃO ECOGRÁFICA DAS ARTICULAÇÕES
METACARPOFALÂNGICA E METATARSOFALÂNGICA EM EQUINOS

Madalena Corrêa Figueira Pinto Cardoso

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Presidente:

Doutora Paula Alexandre Botelho

Garcia de Andrade Pimenta Tilley

Vogais:

Doutor Luis Ressano Garcia Pardon

Lamas

Doutora Susana Oliveira Serrano

Monteiro

ORIENTADOR

Doutora Susana Oliveira Serrano Monteiro

CO-ORIENTADOR

Doutora Maria Rita Martins Garcia da

Fonseca Pequito

2019

LISBOA

*Quando estou no meu baloiço
nada vejo, nada ouço
fecho os olhos, os ouvidos
e voo nos meus vestidos
e voo nos meus cabelos
entre sonhos verdes, belos.*

*É um cavalo o meu baloiço
nada vejo, nada ouço.*

Nuno Higinio

Aos meus pais e avós, a quem verdadeiramente devo tudo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer à Professora Susana Monteiro que me orientou na realização desta dissertação, atenta e incansavelmente. Muito obrigada por todo o seu apoio e esforço e por tudo aquilo que me ensinou, a nível profissional e a nível pessoal, através do seu exemplo de dedicação, humildade e competência.

Ao meu querido amigo António Pinto, sempre presente, um grande obrigado por tudo (tudo). Por me teres ajudado e explicado sempre tudo com paciência, por todos os bons momentos “veterinários” e “civis” e por me teres feito evoluir a todos os níveis.

Aos restantes elementos constituintes da equipa fantástica que me acompanhou em Alter do Chão e tanto me ensinou, nos sete meses em que lá fui feliz. Obrigada Dra. Rita Gonçalves, pela sua compreensão e amizade incondicionais, por todos os nossos bons momentos e por tudo o que me ensinou. Obrigada Dra. Sofia, pela sua paciência e ajuda sempre pronta e pela travessia vitoriosa nos mares da estatística. Obrigada Dr. Luis Antunes, pelo tão bom exemplo do que significa ser um bom colega, pelo que me ensinou e por alegrar sempre o nosso dia. Por fim, muitíssimo obrigada Professora (Tia) Elisa por tudo, por “fazer acontecer”, pelo carinho com que nos tratou e por ser quem é. Foi uma honra poder trabalhar convosco.

Ao Professor Luis Telo da Gama, que estatisticamente fez milagres e que nos salvou, pela sua disponibilidade, boa companhia e sabedoria, o meu sincero obrigado.

À Professora Rita Fonseca, minha co-orientadora, por todos os seus bons conselhos, ajuda e paciência.

Aos veterinários da Clínica Veterinária Militar de Equinos de Mafra, Dr. David Couto e Dr. Gonçalo Paixão, pela sua colaboração no projeto.

À Ana Casquilho, que muito contribuiu para fazer de Alter a minha casa, por saber sempre o que precisamos sem termos de o dizer, por toda a ajuda e amizade. Ao Zé Bilé, Eng. Francisco Beja, Roberto Jesus, José Ruas, Manuel Raposeiro, Maria José e Joana Alegria e a todos os que me acolheram no Alto Alentejo, o meu sincero obrigada. Ao nosso Alentejo!

Às minhas queridas colegas de curso Inês, Madalena, Raquel, Madalena, Bia e Catarina.

Ao meu insubstituível panda Ana Bettencourt, que me salvou tantas vezes nos exames e que é a única razão para eu ter (algumas) saudades desses meses. Obrigada por estares sempre aqui.

Aos meus grandes amigos, que acreditavam no mito de “estudar no ISEG à noite”: Margarida, Mariana, Sebastião, Zuca e Joantina - obrigada.

Ao Just a Change e à Missão País, que durante estes anos me deram amigos e histórias para sempre e me fizeram crescer.

A todos os meus bons amigos, que não trocava por nada neste mundo.

Aos meus irmãos, primos, tios e avós, por fazerem parte de mim. Aos meus pais, pelos pais que são e por me deixarem sempre orgulhosa.

Ao Bernardo, de quem gosto muito, que me apoia incondicionalmente e que torna todos os meus dias melhores, muito obrigada-por-tudo.

RESUMO

As articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica dos equinos são as mais afetadas por processos degenerativos e traumáticos. A osteoartrite (OA) é uma das principais causas de diminuição de *performance* e claudicação em equinos, sendo a ecografia (ECO) um meio de diagnóstico mais sensível que a radiografia (RX) para a deteção precoce de alterações tipicamente associadas a OA no boleto.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos durante a participação no projeto “Novas metodologias de diagnóstico de doença articular em equinos” (Universidade de Évora). Realizaram-se dois protocolos experimentais, o primeiro visou avaliar a existência de diferenças entre a ECO *ante mortem* (AM) e *post mortem* (PM), na avaliação das superfícies osteoarticulares do boleto; o segundo procurou comparar a sensibilidade da ECO e da RX na avaliação de alterações ósseas no boleto. Classificaram-se as lesões de remodelação óssea (RO) e osteófitos (OS), típicas de OA. Definiram-se 7 regiões distintas do boleto, para as quais se calculou a severidade das lesões (Sev) e a extensão das lesões (Ext).

A comparação entre os exames ecográficos AM e PM demonstraram não haver diferenças relevantes na avaliação das superfícies osteoarticulares do boleto, no que toca à deteção e classificação das lesões de RO e OS. A nível global, a classificação média da Ext atribuída pela ECO foi significativamente mais elevada que a atribuída pela RX, apesar de no caso da Sev não se ter verificado uma diferença significativa entre técnicas. Neste estudo, a ECO foi mais sensível que a RX, nomeadamente na determinação da Ext das lesões de RO, e na avaliação da Ext e Sev dos OS na região dorsal dos côndilos do MC/III.

Estes resultados estão de acordo com o que já existe descrito em trabalhos anteriores e reforçam a necessidade da utilização da ECO para a obtenção de um diagnóstico precoce e preciso de OA.

Palavras-chave: Equinos; Articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica; Boleto; Diagnóstico ecográfico; *Post mortem*.

ABSTRACT

Metacarpophalangeal/metatarsophalangeal joints are the most frequently affected by degenerative and traumatic processes in horses.

Osteoarthritis (OA) is one of the most commonly referred causes of lameness and poor performance in horses, frequently affects fetlock joints. An earlier diagnosis of fetlock osteoarthritic changes is achievable using ultrasonography (US), comparatively to radiography (XR).

The data analysed in the present study was obtained in the research project “New diagnostic methodologies of equine articular disease” (developed by Évora’s University). The first of two experimental protocols was done in order to evaluate if there were any differences between *ante mortem* (AM) and *post mortem* (PM) osteoarticular fetlock US examinations. In a second protocol, radiological and ultrasonographic PM evaluations of equine fetlocks were compared for their sensitivity. Two type of OA bony lesions were evaluated: bone modeling (BM) and osteophytes (OS). Severity (Sev) and extension (Ext) of the lesions were then calculated for 7 distinct articular regions in the fetlock.

There were no relevant differences between AM and PM exams, regarding the Ext and Sev of the lesions found (RO and OS). When comparing RX and US, the average global Ext score was significantly higher for the US evaluations, which was not true for Sev of the lesions. In this study, US proved to be more sensitive than RX, particularly when evaluating the Ext and Sev of OS, as well as the Ext of BM in the third metacarpal/metatarsal bones’ dorsal condyles. Results presented in this study are in line with results that have been published, and emphasize the key-role of US in OA early diagnosis.

Keywords: Equine; Metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints; Fetlock; Ultrasonography; *Post mortem*.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	x
I. ESTÁGIO CURRICULAR	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
1. A articulação do boleto	2
1.1. Tecidos duros	3
1.2. Tecidos Moles	5
1.2.1. Cápsula articular, membrana sinovial e líquido sinovial.....	5
1.2.2. Tendões extensores, tendões flexores e bainha digital dos tendões flexores	6
1.2.3. Ligamentos colaterais do boleto.....	7
1.2.4. Ligamento suspensor do boleto e ligamentos sesamoideus distais	7
1.2.5. <i>Scutum</i> proximal, ligamento intersesamoideu e ligamento anular palmar.....	9
1.2.6. Ligamentos colaterais dos ossos sesamóides proximais	10
2. Disfunção da articulação do boleto	11
2.1. Diagnóstico de lesões no boleto	12
2.2. Exame radiográfico das articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica	13
2.2.1. Projeção dorso-palmar/plantar (DPa/Pl)	14
2.2.2. Projeção latero-medial (LM) e latero-medial em flexão	15
2.2.3. Projeções dorso45ºlateral- palmaro/plantaromedialobliqua (D45ºL- Pa/PIMO) e dorso45ºmedial- palmaro/plantarolateralobliqua (D45ºM-Pa(Pl)LO).....	15
2.3. Avaliação ecográfica de articulações em equinos	16
2.4. Exame ecográfico das articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica ...	17
2.4.1. Abordagem do recesso dorsal.....	18
2.4.2. Abordagem do recessos palmar/plantar lateral/medial	20
2.4.3. Abordagem palmar/plantar	22
2.5. Diagnóstico radiográfico e ecográfico de lesões nos tecidos duros do boleto	24
2.5.1. Osteoartrite	24
2.5.2. Osteocondrose.....	28
2.5.3. Fraturas.....	30
2.5.4. Sesamoidite e entesopatias nos ossos sesamóides proximais.....	32
2.6. Diagnóstico radiográfico e ecográfico de lesões nos tecidos moles do boleto	32
2.6.1. Sinovite e capsulite.....	33
2.6.2. Rutura e desmíte dos ligamentos colaterais do boleto.....	34
2.6.3. Desmíte dos ramos do ligamento suspensor do boleto.....	35
2.6.4. Desmíte do ligamento intersesamoideu.....	36

III. AVALIAÇÃO ECOGRÁFICA E RADIOGRÁFICA <i>POST MORTEM</i> DO BOLETO DE EQUINOS	37
1. Objectivos	37
2. Materiais e métodos	37
2.1. População	37
2.2. Avaliação imagiológica	38
2.2.1. Exame ecográfico.....	38
2.2.2. Exame radiográfico.....	40
2.3. Realização dos exames	40
2.3.1. Exame ecográfico.....	41
2.3.2. Exame radiográfico.....	41
2.4. Interpretação dos achados imagiológicos	41
2.5. Análise de dados	44
3. Resultados	46
4. Discussão	56
5. Conclusão	61
IV. BIBLIOGRAFIA.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Disposição anatômica dos tecidos duros e principais ligamentos da articulação metacarpofalângica (vista lateral) (imagem adaptada de Pohlin et al. 2014).....	4
Figura 2- Representação da orientação relativa dos ossos do membro anterior distal dos equinos, quando este se encontra sob elevadas forças de compressão e o metacarpiano III experimenta elevadas forças compressivas na sua superfície dorsal e de tensão no córtex palmar, simultaneamente, o ligamento suspensor do boleto e os tendões flexores atuam no sentido de diminuir o desequilíbrio dorso-palmar (esquema adaptado de Denoix, 1994).....	8
Figura 3- Anatomia topográfica da zona dorsal (à direita) e estruturas palmares (à esquerda) do boleto de um membro torácico direito (fotografias generosamente cedida por Catherine Castel)	9
Figura 4- Disposição anatômica das várias estruturas palmaro-abaxiais da articulação metacarpofalângica de um equino (imagem adaptada de Pohlin et al. 2014).....	10
Figura 5- Exemplo de projeções radiográficas padrão para avaliação da articulação metacarpofalângica/metatarsofalângica.....	13
Figura 6- Representação esquemática do correto posicionamento da sonda na avaliação ecográfica do boleto, todas as estruturas devem ser avaliadas em corte longitudinal (A, B) e transversal (C) (esquema adaptado de Cauvin & Smith, 2014)	17
Figura 7- Imagens ecográficas do recesso dorsal da articulação metatarsofalângica.....	29
Figura 8- Imagens ecográficas (corte longitudinal) das zonas de inserção proximal dos ramos profundos dos ligamentos colaterais do boleto, da mesma articulação metatarsofalângica, na fossa epicondilar do metatarsiano III	21
Figura 9- Imagens obtidas na abordagem ecográfica palmar do boleto, nível C, corte transversal; imagem positiva à esquerda e negativa à direita, lado medial à esquerda (imagem adaptada de Seignour et al. 2012).....	23
Figura 10- Esquema demonstrativo dos mecanismos de disfunção metabólica e da alteração estrutural de uma articulação sinovial com osteoartrite (B), comparativamente com uma saudável (A) (esquema adaptado de Kuyinu et al. 2016).....	25
Figura 11- Exemplo de um caso em que no exame ecográfico (corte transversal) foi possível detetar um osteófito marginal no côndilo medial do metacarpiano III, que não foi detetado no exame radiográfico, nem na projeção dorso-palmar (à esquerda, medial está à esquerda), nem na dorso45°lateral-palmaro-medial oblíqua (à direita)	27
Figura 12- Lesão ligeira de osteocondrose na crista sagital do metacarpiano III, imagem ecográfica, corte longitudinal (imagem adaptada de Cauvin & Smith, 2014).....	29
Figura 13- Imagens ecográficas de um boleto com sinovite crónica (recesso dorsal), cortes sagitais longitudinal (A) e transversal (B) (imagem adaptada de Cauvin & Smith, 2014)....	33
Figura 14- Imagens ecográficas (corte longitudinal) da zona de inserção dos ramos lateral e medial do ligamento suspensor do boleto da mesma articulação metatarsofalângica, no ápex dos ossos sesamóides proximais.....	35
Figura 15- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações metacarpofalângica/metatarsofalângica, a nível dorsal (na imagem à esquerda, medial está à esquerda).....	38
Figura 16- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações metacarpofalângica/metatarsofalângica, a nível palmar/plantar lateral/medial	39
Figura 17- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações do boleto, a nível palmar/plantar (na imagem ao centro, medial está para a esquerda)	39
Figura 18- Projeções obtidas no protocolo experimental Comparação para avaliação radiográfica da articulação do boleto.....	40

Figura 19- Imagens ecográficas (corte longitudinal) obtidas para avaliar os osteófitos na região dorso-proximal da primeira falange, a nível sagital (I), lateral (II) e medial (III), nos casos A e B e demonstração do cálculo da severidade e da extensão das lesões	43
Figura 20- Imagens obtidas no protocolo Validação, na região MIII-CSD, no exame ecográfico <i>ante e post mortem</i> do membro pélvico esquerdo do mesmo animal, para avaliação da remodelação óssea (corte transversal à esquerda e longitudinal à direita)	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Histograma referente ao cálculo da diferença entre as classificações da extensão de lesão atribuídas <i>post mortem</i> pela radiografia e pela ecografia, no protocolo experimental Comparação, e respectiva distribuição (n=336).....	55
Gráfico 2- Histograma referente ao cálculo da diferença entre as classificações da severidade de lesão atribuídas <i>post mortem</i> pela radiografia e pela ecografia, no protocolo experimental Comparação, e respectiva distribuição (n=336)	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Regiões da articulação do boleto consideradas nos protocolos experimentais Validação e Comparação, para os diferentes ossos (combinação osso-região) e respectivas zonas avaliadas em cada uma das regiões, para a presença de lesões de remodelação óssea e osteófitos.....	42
Tabela 2- Coeficientes de correlação para as classificações atribuídas nos exames ecográficos <i>ante</i> e <i>post mortem</i> , no protocolo experimental Validação, para os parâmetros de extensão e severidade de lesão, considerando: o tipo de lesão, as diferentes regiões dos vários ossos, os membros torácicos e os pélvicos	46
Tabela 3- Distribuição de frequências das classificações da extensão das lesões, nos exames ecográficos <i>ante</i> e <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Validação (n=117).....	47
Tabela 4- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões, nos exames ecográficos <i>ante</i> e <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Validação (n=117).....	48
Tabela 5- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões nos exames ecográficos <i>ante</i> e <i>post mortem</i> do protocolo experimental Validação, considerando as classificações Sev=1 como sendo equivalentes a Sev=0.....	49
Tabela 6- Coeficientes de correlação para as classificações atribuídas à extensão e severidade das lesões nos exames radiográfico e ecográfico <i>post mortem</i> , no protocolo experimental Comparação, por tipo de lesão e por tipo de lesão por região.....	50
Tabela 7- Classificações médias da extensão das lesões para os exames radiográfico e ecográfico <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Comparação.....	51
Tabela 8- Classificações médias da severidade das lesões para os exames radiográfico e ecográfico <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Comparação.....	52
Tabela 9- Distribuição de frequências das classificações da extensão das lesões, nos exames radiográfico e ecográfico <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Comparação (n=336.)...	53
Tabela 10- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões, nos exames radiográfico e ecográfico <i>post mortem</i> , do protocolo experimental Comparação (n=336)..	54

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS e SÍMBOLOS

° - graus

AM- *ante mortem*

BDTF- bainha digital dos tendões flexores

CA- cápsula articular

CL- região colateral

cm- centímetros

COMP- protocolo experimental Comparação

CS- crista sagital do metacarpiano/metatarsiano III

CSD- região da crista sagital dorsal

CSP- região da crista sagital palmar/plantar

D- região dorsal

DC- região dorsal dos côndilos

D125°Di-PPr *skyline*- dorso125°distal- palmaro/plantaro-proximal *skyline*

DP- (projeção) dorso-palmar/plantar

DPr- dorso-proximal

DPr-Pa(Pl)Di- dorso-proximal-palmaro/plantaro-distal

D45°L-Pa(Pl)M- (projeção) dorso45°lateral-palmaro/plantaro medial oblíqua

D45°M-Pa(Pl)L- (projeção) dorso45°medial-palmaro/plantaro lateral oblíqua

ECO- ecografia

Ext- extensão de lesão

F1- primeira falange

Fig.- figura

kV- kilovoltes

L5°Pr-MDiO- lateral5°Pr-medial distal oblíqua

LAP- ligamento anular palmar

LC- ligamentos colaterais

LIS- ligamento intersemoideu

LM- (projeção) latero-medial

LS- líquido sinovial

LSB- ligamento suspensor do boleto

LSD- ligamentos sesamoideus distais

MP- membro pélvico

MT- membro torácico

MPE- membro pélvico esquerdo

MCIII- terceiro metacarpiano

MCF- articulação metacarpofalângica

MF- *manica flexoria*

mm- milímetros

MTIII- terceiro metatarsiano

MTF- articulação metatarsofalângica

OA- osteoartrite

OC- osteocondrose

OSC- osso subcondral

OS- osteófitos

P85°Pr15°L-PDiMO- palmaro/plantaro85°proximal-palmaro/plantaro distal medial oblíquaPa-
palmar
PM- *post mortem*
Pl- plantar
RM- ressonância magnética
RO- remodelação óssea
RX- radiografia
SES- região dos sesamóides
Sev- severidade de lesão
SP- sesamóides proximais
TAC- tomografia axial computarizada
TECD- tendão extensor comum dos dedos
TELD- tendão extensor longo dos dedos
TF- tendões flexores
TFDS- tendão flexor digital superficial
TFDP- tendão flexor digital profundo
US- ultrassons
VAL- protocolo experimental Validação

I. ESTÁGIO CURRICULAR FINAL

Realizei o meu estágio curricular final do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária (Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa) na Unidade Clínica da Coudelaria de Alter, em Alter do Chão, cuja gestão do funcionamento está a cargo da Universidade de Évora (UE). Durante o estágio fui orientada e acompanhada diariamente pelos clínicos Dr. António Mendes Pinto, Dra. Sofia Ramos, Dr. Luis Antunes e Dra. Ana Rita Gonçalves; e ainda pelas professoras Dra. Susana Monteiro e Dra. Elisa Bettencourt.

Tive oportunidade de acompanhar os casos clínicos abordados na Unidade Clínica durante os 7 meses do estágio: consultas de ortopedia (maioritariamente), dentisterias, gastroscopias, endoscopias de aparelho respiratório; no internamento (reabilitação desportiva, pós-cirúrgico, entre outros); urgências (síndrome abdominal aguda, fratura da terceira falange, obstrução esofágica, lacerações, artrite séptica em poldro); cirurgias eletivas (artroscopias, castração de criptorquídeos, cirurgia reconstrutiva de mandíbula); e de gestão reprodutiva (colheita e congelamento de sêmen, monitorização do ciclo éstrico, inseminação artificial, transferência de embriões e diagnóstico de gestação). Paralelamente, tive também oportunidade de acompanhar ações de saneamento (vacinação e desparasitação) e gestão do efetivo (colocação de microchip, realização de resenhos, ferra) bem como uma necrópsia. Adicionalmente, participei em várias atividades formativas e *workshops*, realizados pela UE durante esse mesmo período, nomeadamente:

- *Workshop* II “Ecografia da extremidade distal em equinos”
- Curso “Injeções ecoguiadas por imagem no membro distal do cavalo”
- *Workshop* III “Técnicas de diagnóstico na parte proximal do membro posterior do cavalo”

A presente dissertação foi elaborada no contexto da participação no projeto de investigação “Novas metodologias de diagnóstico de doença articular em equinos” realizado pela UE, o qual foi cofinanciado pelos programas operacionais Alentejo 2020 e Portugal 2020 e pelo Fundo Europeu do Desenvolvimento Regional. Os dados utilizados para a realização do estudo desta dissertação foram obtidos no decorrer do meu estágio curricular, tendo sido realizados dois protocolos experimentais com o intuito de validar a avaliação de lesões de remodelação óssea e osteófitos em boletos, *post mortem*; e de comparar a sensibilidade da radiografia e da ecografia, na avaliação destas mesmas lesões *post mortem*.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. A articulação do boleto

As articulações metacarpofalângica (MCF) e metatarsofalângica (MTF) são designadas indiferenciadamente como boletos e integram o esqueleto apendicular dos equinos, na porção mais distal dos membros, sendo peças-chave para a sua excelente eficiência locomotora (Denoix, Jacot, Bousseau, Perrot, 1996; Pohlin, Edinger, Jenner, Egerbacher, 2014; Hauspie et al. 2011; Harrison et al. 2010).

As articulações MC/TF pertencem à classe das articulações sinoviais, possuindo cápsula articular. As superfícies articulares do metacarpiano/metatarsiano III (MC/TIII) e da primeira falange (F1), cobertas por cartilagem hialina (visco-elástica e resistente), encontram-se embebidas em líquido sinovial; não existindo uma ligação física entre elas, a sua configuração complementar permite que deslizem uma sobre a outra (van Weeren, 2016). Dotados de uma conformação angular, os boletos alcançam uma grande amplitude de movimentos no plano sagital, caindo por isso na classificação funcional de “*high-motion joints*” (Denoix et al. 1996; Pohlin et al. 2014; Hauspie et al. 2011). Estruturas peri e intra-articulares estabelecem os limites fisiológicos máximos dos movimentos de flexão e extensão do boleto (van Weeren, 2016; Denoix, 1994). Ligeiros movimentos de adução, abdução e rotação, são possíveis quando a articulação flete (Getty, 2001a). A coesão articular é garantida por várias estruturas (tecidos moles) que se fixam nos elementos ósseos (tecidos duros) estabilizando o boleto: múltiplos ligamentos e a cápsula articular (Hauspie, Declercq, Martens, Zani, Bergman, Saunders, 2011).

A anatomia da porção distal dos quatro membros dos equinos é fundamentalmente igual, bem como os elementos constituintes do aparelho suspensor (Denoix, 1994; Harrison et al. 2010). As articulações MCF e MTF possuem quatro ossos: metacarpiano/metatarsiano III, primeira falange e dois ossos sesamóides proximais (SP), um lateral e um medial (Hauspie et al. 2011). Os tendões flexores (TF) posicionam-se na zona palmar/plantar dos boletos, em oposição, os extensores posicionam-se dorsalmente. A bainha digital dos TF, os ligamentos acessórios dos TF, a *manica flexoria* e o ligamento anular palmar/plantar (LAP) encontram-se funcional e anatomicamente relacionados com os tendões flexores (Denoix et al. 1996; Denoix, 1994). O “aparelho suspensor” do boleto é constituído por várias estruturas funcionalmente interdependentes, nomeadamente: os ossos SP, ligamento intersesamoideu, *scutum* proximal,

ligamentos sesamoideus distais e ligamento suspensor do boleto (LSB) (Budras et al. 2011). Este desempenha um papel fundamental na sustentação e estabilização do boleto, impedindo o seu colapso, para além de absorver as forças de impacto durante a locomoção (Getty, 2011a) (Denoix, 1994). A disfunção do aparelho suspensor do boleto pode resultar no estabelecimento de doença articular crónica (Kawcak & Barrett, 2016).

Em estação e em apoio, considera-se o intervalo fisiológico para a angulação dorsal das articulações MC/TF entre 135° e 140° (Pohlin et al. 2014), podendo chegar aos 145° na MTF (Getty, 2001a). Pode por isso dizer-se que a articulação MC/TF se encontra em hiperextensão fisiológica, em estação. Durante a fase de apoio de um determinado membro, o referido ângulo dorsal diminui, na sequência da aproximação das faces dorso-proximal de F1 e dorso-distal do MC/TIII (Harrison et al. 2010; Frandson, Wilke et Fails, 2009). Consequentemente, ao deslocarem-se os equinos aumentam a magnitude da hiperextensão do boleto, estirando as estruturas palmares elásticas (TF e LSB) que retêm parte da energia interna de deformação resultante (Harrison et al. 2010). O *scutum* proximal delimita o grau de hiperextensão articular (Getty, 2001a) e o ligamento anular contrabalança a tensão resultante, estabilizando os TF e garantindo a estreita aposição das várias estruturas palmares/plantares, contra o MC/TIII (Vanderperren & Saunders, 2009). A libertação da energia acumulada (principalmente pelo TF digital superficial e pelo LSB) permite que a retração/propulsão do membro, durante a fase de suspensão, se faça sem grande esforço, isto é, sem grande consumo de energia metabólica muscular. Por outro lado, o limite de eficiência do sistema locomotor dos equinos pode estar precisamente relacionado com o esforço suprafisiológico dos tendões e ligamentos envolvidos neste processo. Ultrapassado o limite de resistência dos tecidos, surgem inevitavelmente lesões do aparelho musculoesquelético (Harrison et al. 2010).

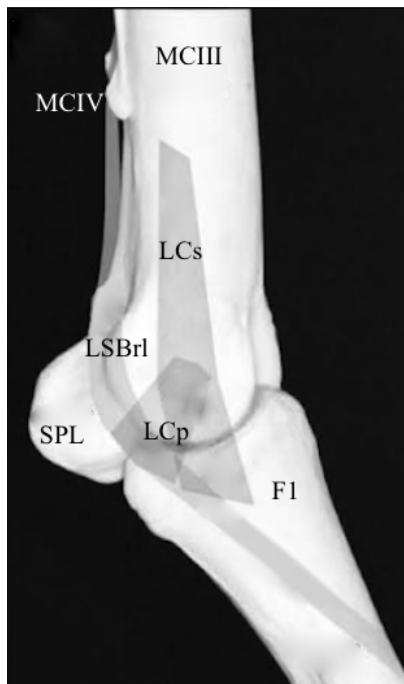
1.1. Tecidos duros

O metacarpiano/metatarsiano III é suportado distalmente pela primeira falange (Budras et al. 2011) (Fig. 1). A epífise distal do MC/TIII possui uma crista sagital (CS) e dois côndilos convexos, um lateral e outro medial, separados da primeira por um sulco parassagital. A extremidade distal destes ossos é cilíndrica no plano horizontal e possui uma superfície regular. O côndilo medial é ligeiramente maior do que o lateral (Hauspie et al. 2011; Cauvin & Smith, 2014). A primeira falange assume uma posição oblíqua dorso-distalmente, formando um ângulo dorsal de cerca de 55° com o plano horizontal (Getty, 2001a). A superfície articular

proximal de F1 possui uma fôvea central (van Weeren, 2016) que se articula com a CS do MC/TIII. O espaço articular do boleto é praticamente perpendicular ao eixo longo do MC/TIII (Butler, Colles, Dyson, Kold et Poulos, 2017b).

Os ossos sesamóides proximais lateral e medial, de pequenas dimensões, articulam-se com os côndilos do MC/TIII palmar/plantaro-distalmente (Fig. 1). O seu posicionamento permite-lhes reduzir a fricção entre o “aparelho suspensor” e a superfície palmar/plantar do boleto, suportando ainda parte do peso corporal, quando o membro se encontra em apoio. Os SP estão por isso sujeitos a pressões elevadas (Harrison, Whitton, Kawcak, Stover et Pandy, 2010). Nas suas margens inserem-se vários ligamentos: o ligamento intersesamoideu nas margens axiais, o ligamento anular palmar/plantar nas palmares, os ramos do ligamento suspensor do boleto no seu ápex e abaxialmente, e os ligamentos sesamoideus distais na sua base (Getty, 2001a; Seignour, Coudry, Norris et Denoix, 2012).

Figura 1- Disposição anatómica dos tecidos duros e principais ligamentos da articulação metacarpofalângica (vista lateral) (imagem adaptada de Pohlin et al. 2014).



MCIII. metacarpiano III; **F1.** primeira falange; **SPL.** sesamóide proximal lateral; **MCIV.** metacarpiano IV; **LCs.** ramo superficial do ligamento colateral lateral do boleto; **LCp.** ramo profundo do ligamento colateral lateral do boleto; **LSBrl.** ramo lateral do ligamento suspensor do boleto.

1.2. Tecidos moles

1.2.1. Cápsula articular, membrana sinovial e líquido sinovial

A cápsula articular (CA) envolve as estruturas articulares do boleto e é constituída por uma porção fibrosa externa - *outer stratum fibrosum* - e uma porção sinovial interna - *inner stratum synoviale* (Hauspie et al. 2011). A camada externa proporciona estabilidade mecânica à articulação e fornece informação proprioceptiva ao sistema nervoso central (van Weeren, 2016). A articulação MC/TF apresenta dois recessos sinoviais, um dorsal e um palmar/plantar, que se prolongam em direção proximal (Budras, Sack et Rock, 2011). A cápsula adere ao MC/TIII proximalmente cerca de 3-4cm acima dos côndilos e fixa-se distalmente aproximadamente a 2cm do bordo dorsoproximal de F1, unindo-se ao tendão extensor (Cauvin & Smith, 2014).

Nos boletos, a cápsula articular possui uma zona reforçada a nível dorsal (fibrosa, com cerca de 8-11mm) em que as fibras se posicionam em diferentes direções, indo fundir-se aos ligamentos colaterais, de cada lado da articulação (Hauspie et al. 2011). Apesar de ser espessa, a CA é dotada de elasticidade (Cauvin & Smith, 2014). A espessura da cápsula articular varia substancialmente proximo-distalmente, diminuindo ainda abaxialmente (Denoix et al. 1996). Palmarmente, a cápsula articular forma uma bolsa de paredes delgadas, que se interpõe entre a face palmar do MC/TIII e os ramos do LSB (Getty, 2001a).

A membrana sinovial constitui a porção interna da cápsula articular, desempenhando um papel fulcral na manutenção da homeostasia articular (Hauspie et al. 2011). O LS assemelha-se a um “ultrafiltrado do plasma sanguíneo”, que ao preencher o espaço articular assegura a nutrição da cartilagem, a remoção de produtos metabólicos e contribui para a normal interação das superfícies articulares em movimento (van Weeren, 2016).

Na zona do recesso dorsoproximal do boleto, forma-se uma estrutura com projeção distal, partindo da zona de fixação da cápsula articular, denominada plica sinovial (Hauspie et al. 2011) - *proximal synovial pad* (Cauvin & Smith, 2014). A plica consiste numa prega bilobada (de cada lado da crista sagital) (Richardson, 2003) de membrana sinovial e tecido conjuntivo fibroso, que se sobrepõe à zona de transição entre o local de inserção da CA e o início da cartilagem articular (Hauspie et al. 2011). A função da plica é provavelmente amortecer o impacto entre as superfícies dorsais do MC/TIII e F1, que contactam durante a hiperextensão máxima do boleto (Vanderperren & Saunders, 2009).

1.2.2. Tendões extensores, tendões flexores e bainha digital dos tendões flexores

Nos membros anteriores, o tendão extensor, cujo trajeto cruza a face dorsal do boleto, denomina-se “comum dos dedos” (TECD) e nos membros posteriores “longo dos dedos” (TELD) (Hauspie et al. 2011). Situados imediatamente abaixo da pele (Cauvin & Smith, 2014), extra-capsularmente (Bastiani, et al. 2014), estes tendões possuem uma espessura de apenas 2-4mm (Cauvin & Smith, 2014). Nos membros anteriores existe ainda um tendão extensor digital lateral, que se insere latero-proximalmente em F1, pelo que o TECD assume uma posição ligeiramente dorso-medial (Fig. 3). Os TECD/TELD, desprovidos de bainha (Richardson, 2003), fixam-se na zona dorso-distal de F1 oferecendo uma superfície de inserção aos ramos extensores do ligamento suspensor do boleto (lateral e medial); inserindo-se distalmente no processo extensor da terceira falange (Budras et al. 2011). Entre os tendões extensores e a cápsula articular do boleto encontra-se a bursa subtendinosa, considerada virtual (Cauvin & Smith, 2014), cuja função consiste em facilitar o deslizamento dos tendões extensores (Denoix et al. 1996).

Os tendões flexores digitais superficial (TFDS) e profundo (TFDP) suportam passivamente as articulações MC/TF (TFDS e TFDP), interfalângica proximal (TFDS e TFDP) e distal (TFDP) (Fransson et al. 2009). Os ligamentos acessórios dos TF potenciam a acção das unidades funcionais “músculo-tendão” (Harrison et al. 2010).

Proximalmente (3cm) ao ápex dos sesamóides o TFDS emite um prolongamento dorsal, formando um anel fibroso que envolve o TFDP designado *manica flexoria* (MF) (Fig. 3), cuja espessura decresce proximo-distalmente. O TFDP apresenta uma forma oval na zona proximal ao boleto (em secção transversal), evoluindo progressivamente para uma forma mais triangular (Seignour et al. 2012); este tendão apresenta menor espessura nos membros posteriores. Na zona intermédia dos SP, palmarmente ao *scutum* proximal, o TFDP torna-se mais largo, elíptico e fibrocartilaginoso, dividindo-se em dois lobos simétricos na zona palmar proximal de F1 (Denoix, 1994).

A bainha digital (sinovial) dos tendões flexores (BDTF) contém um volume muito reduzido de fluido (Seignour et al. 2012) e surge 4-7cm proximalmente aos ossos sesamóides, envolvendo o TFDS e O TFDP até à zona média da segunda falange (Vanderperren & Saunders, 2009). A nível do boleto, a BDTF diminui o atrito entre os próprios tendões, entre a face palmar/plantar do TFDS e o LAP e entre a face dorsal do TFDP e o *scutum* proximal (Denoix, 1994; Budras et al. 2011). O espessamento sagital desta estrutura dá origem a um

mesotendão que liga o TDFS ao ligamento anular palmar/plantar (Seignour *et al.* 2012). O recesso proximal da BDTF encontra-se em contacto com o recesso palmar proximal da articulação do boleto, posicionando-se palmarmente a este, proximalmente à MF (Denoix, 1994).

1.2.3. Ligamentos colaterais do boleto

Os ligamentos colaterais (LC) das articulações MC/TF podem ser considerados espessamentos da cápsula articular (Cauvin & Smith, 2014), a sua função é limitar o movimento do boleto ao plano sagital, desempenhando também um papel na sua suspensão (Pohlin *et al.* 2014). Nos boletos distinguem-se duas porções distintas dos LC: o ramo superficial (longo e mais fino) e o ramo profundo (curto e mais grosso) (Fig. 3). O ramo superficial dos LC origina-se no quarto distal do MC/TIII, ligeiramente distal e abaxialmente aos metacarpianos/metatarsianos rudimentares II e IV, medial e lateralmente, respetivamente. A entese proximal dos LC estende-se até à eminência distal do MC/TIII e a sua inserção distal, 2cm abaixo do bordo proximal de F1, encontra-se alinhada com a sua origem (Pohlin *et al.* 2014, Cauvin & Smith, 2014).

A orientação das fibras do ramo profundo dos LC, mais curtas que as do superficial, é dorsoproximal-palmar/plantarodistal (oblíqua), assumindo este uma forma triangular. O ramo profundo dos LC tem origem na fossa epicondilar, assume uma direção disto-palmar e insere-se em F1, próximo do espaço articular, e na margem abaxial do osso sesamóide ipsilateral (Fig. 8) (Pohlin *et al.* 2014; Cauvin & Smith, 2014). Os ramos dos LC formam assim um “x” (Cauvin & Smith, 2014), encontrando-se sobrepostos a nível da fossa epicondilar (Denoix *et al.* 1996).

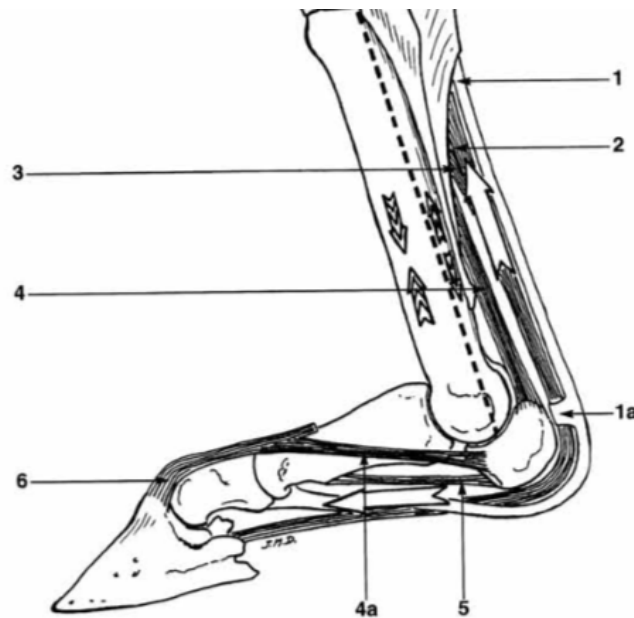
1.2.4. Ligamento suspensor do boleto e ligamentos sesamoideus distais

O ligamento suspensor do boleto (LSB), também designado na literatura como músculo interósseo, corre junto à face palmar/plantar do MC/TIII, e entre os metacarpianos/metatarsianos rudimentares (Butler *et al.* 2017c). Nos membros anteriores assume uma forma retangular, medindo 20-25cm; nos posteriores a sua espessura é menor e a sua forma circular, medindo 25-30cm. Nos membros anteriores, o LSB origina-se na fila distal de ossos do carpo e na extremidade proximal dos MC III (principalmente), II e IV; proximalmente, apresenta

duas porções incompletamente separadas (medial e lateral). Nos membros posteriores, a origem do LSB é essencialmente plantaro-medial no MTIII (Denoix, 1994).

A nível do segundo ou terceiro quarto distal do MC/TIII, o LSB subdivide-se em dois ramos (lateral e medial) (Fig. 3), que se fixam no sesamóide ipsilateral, apical e abaxialmente. Quando ocorre hiperextensão do boleto, os ramos do LSB estabilizam os côndilos do MC/TIII, atuando como superfícies articulares (Fig. 2) (Denoix, 1994; Hauspie et al. 2011; Vanderperren & Saunders, 2009).

Figura 2- Representação da orientação relativa dos ossos do membro anterior distal dos equinos, quando este se encontra sob elevadas forças de compressão e o metacarpiano III experimenta elevadas forças compressivas na sua superfície dorsal e de tensão no córtex palmar, simultaneamente, o ligamento suspensor do boleto e os tendões flexores atuam no sentido de diminuir o desequilíbrio dorso-palmar (esquema adaptado de Denoix, 1994).



1. tendão flexor digital superficial; 1a. *manica flexoria*; 2. tendão flexor digital profundo (TFDP); 3. ligamento acessório do TFDP; 4. ligamento suspensor do boleto (LSB); 4a. ramo extensor do LSB; 5. ligamento sesamoideu oblíquo; 6. tendão extensor comum dos dedos.

O LSB dá origem a ramos extensores ao nível da sua inserção nos sesamóides, um lateral e um medial. Estes ramos abraçam F1 dirigindo-se dorso-distalmente, cruzando e sobrepondo-se à porção distal dos LC das articulações MC/TF, fundindo-se então dorsalmente com o tendão extensor na zona distal de F1 (Fig. 2) (Pohlin et al. 2014; Hauspie et al. 2011).

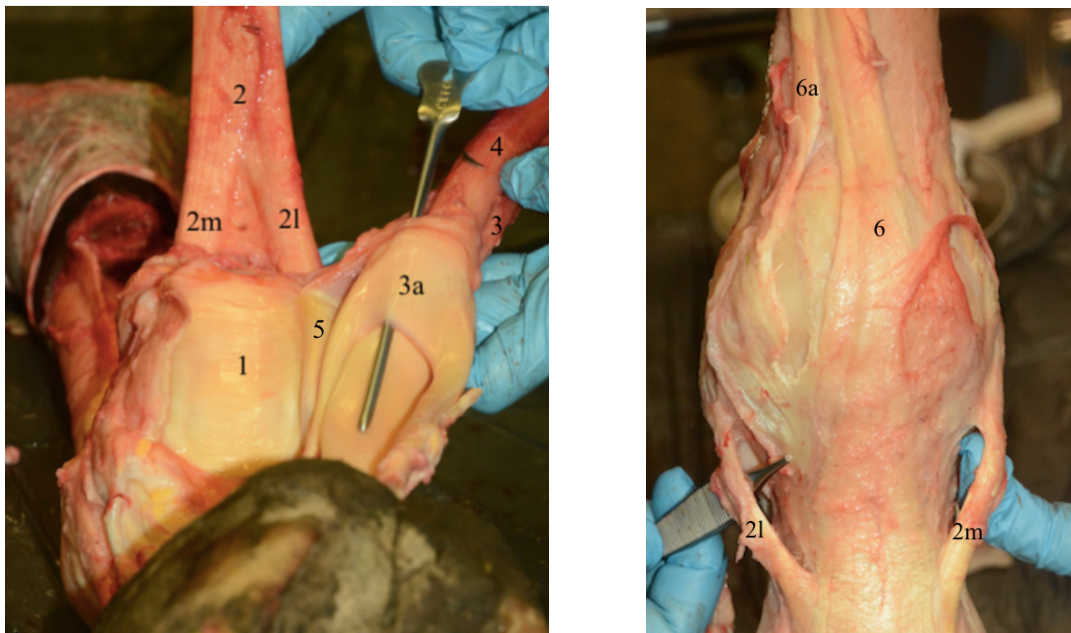
Existem vários ligamentos sesamoideus distais: um recto, dois oblíquos, dois cruzados e dois curtos. A sua inserção proximal ocorre ao nível da base dos sesamóides e da porção distal do ligamento intersesamoideu (Seignour et al. 2012), inserindo-se distalmente em F1, à excepção

do reto que se insere na porção palmar/plantar-proximal da segunda falange (Vanderperren & Saunders, 2009) no *scutum* médio (Denoix, 1994).

1.2.5. *Scutum* proximal, ligamento intersesamoideu e ligamento anular palmar

O *scutum* proximal consiste numa estrutura fibrocartilaginosa que une os dois sesamóides palmarmente (Fig. 3) (Cauvin & Smith, 2014). Alguns autores consideram inclusivamente que o próprio *scutum* é constituído pelo ligamento intersesamoideu e pelos SP. O *scutum* proximal encontra-se dorso-distalmente à *manica flexoria* (proximal aos sesamóides), a qual desliza em conjunto com os tendões flexores, sob a sua face palmar/plantar (Seignour et al. 2012).

Figura 3- Anatomia topográfica da zona dorsal (à direita) e estruturas palmares (à esquerda) do boleto de um membro torácico direito (fotografias generosamente cedida por Catherine Castel).



1. *scutum* proximal; 2. ligamento suspensor do boleto (LSB); 2l. ramo lateral do LSB; 2m. ramo medial do LSB; 3. tendão flexor digital superficial; 3a. *manica flexoria*; 4. tendão flexor digital profundo; 5. ligamento anular palmar; 6. tendão extensor comum dos dedos; 6a. tendão extensor lateral.

O ligamento intersesamoideu (LIS) localiza-se entre os sesamóides, sendo também designado por ligamento palmar da articulação MC/TF. Esta estrutura fibrocartilaginosa insere-se nas faces axiais dos sesamóides proximais, onde a sua espessura diminui consideravelmente, em relação à porção sagital. O LIS possui ainda um prolongamento proximal, que se encontra entre os ramos do LSB, ocupando a zona entre a *manica flexoria* e a face palmar/plantar do MC/TIII; protegendo assim os TF durante a hiperextensão do boleto (Denoix, 2000b; Seignour et al. 2012). Juntamente com o ligamento anular palmar/plantar, o LIS contrabalança

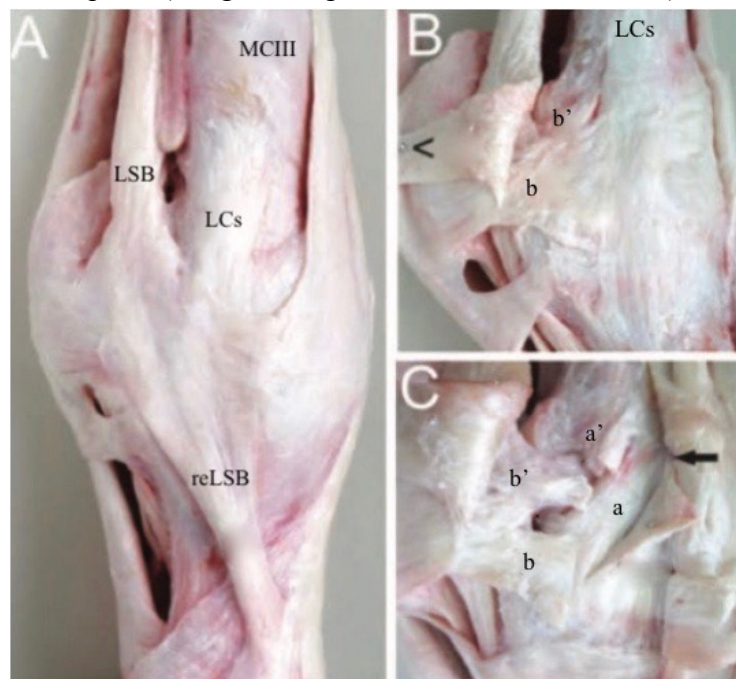
a tração dorsal exercida pelos ramos e prolongamentos extensores do LSB sobre os SP (Denoix, 1994).

Ao nível do boleto, a fáscia metacarpiana/metatarsiana profunda aumenta de espessura formando o LAP, de espessura inferior a 1mm, imediatamente subjacente à pele e tecido subcutâneo. Esta estrutura fibrosa sustenta a face palmar do TFDS, conseguindo a contenção dos tendões flexores (Budras et al. 2011; Seignour et al. 2012). O LAP insere-se na superfície palmar e abaxial (Dik, Belt et Keg, 1991) dos ossos sesamóides proximais, onde encontra os bordos medial e lateral do LIS (Fig. 3) (Seignour et al. 2012). O *scutum* proximal e o LAP, formam assim um canal de passagem para acomodar os dos tendões flexores designado “canal do boleto” (Dik et al. 1991).

1.2.6. Ligamentos colaterais dos ossos sesamóides proximais

Nas margens proximo-abaxiais de F1, vários tecidos moles se sobrepõem, nomeadamente (do mais superficial para o mais profundo): processo extensor do LSB, ramo superficial do LC, a porção do ligamento colateral dos ossos sesamóides com inserção em F1 e o ramo profundo do LC (Fig. 4) (Denoix et al. 1996; Pohlin et al. 2014).

Figura 4- Disposição anatômica das várias estruturas palmaro-abaxiais da articulação metacarpofalângica de um equino (imagem adaptada de Pohlin et al. 2014).



A) MCIII. metacarpiano III; **LSB.** ligamento suspensor do boleto; **reLSB.** ramo extensor do LSB; **LCs.** ramo superficial do ligamento colateral; **B)** a mesma articulação após rebatimento do reLSB - **b e b'.** ramos do ligamento colateral do osso sesamóide com inserção na primeira falange (F1) e no MCIII, respetivamente; **C)** articulação após o rebatimento do LCs - **a e a'.** duas porções do ramo profundo do LC do boleto com inserção na F1 e no osso sesamóide proximal, respetivamente.

Os ligamentos colaterais dos ossos sesamóides proximais cruzam-se com o ramo profundo dos LC das articulações MC/TF, sobrepondo (Pohlin et al. 2014) e juntando-se a estes (Cauvin & Smith, 2014). Os LC dos SP têm origem nos próprios ossos sesamóides, subdividindo-se em dois ramos que se dirigem dorsalmente: um ramos insere-se na fossa epicondilar ipsilateral do MC/T III, enquanto o outro se insere no bordo palmar/plantar proximal de F1 (lateral ou medial) (Pohlin et al. 2014). Por sua vez, os ramos do LSB sobrepõe-se parcialmente aos ligamentos colaterais dos SP (Fig. 4) (Getty, 2001a).

2. Disfunção da articulação do boleto

A origem das lesões a nível dos boletos pode ser traumática, associada a sobrecarga articular ou a doenças ortopédicas do desenvolvimento, detetando-se frequentemente doença articular degenerativa (DAD) (Machado, Aguiar, Viana, Crosignani et Filho, 2016; Butler et al. 2017; Vanderperren & Saunders, 2009a).

O stress a que os boletos são repetidamente sujeitos leva ao desgaste e fadiga crónica das diferentes estruturas, culminando em situações de falência estrutural ou funcional (Harrison et al. 2010). Membros desaprumados e/ou desequilíbrios a nível do casco, por exemplo, resultam numa distribuição assimétrica da carga a nível da articulação do boleto, solicitando um esforço adicional por parte das estruturas responsáveis pela estabilidade articular, potenciado a ocorrência de lesões (Frandsen et al. 2009; Denoix, 1994). Por outro lado, a fadiga muscular pode comprometer a propriocepção e a coordenação dos equinos, originando cargas articulares atípicas e aumentando a probabilidade de lesão (van Weeren, 2016).

A osteoartrite (OA) é a doença articular mais diagnosticada em cavalos de lazer e de desporto (Lawson et al. 2012), constituindo uma das principais causas de claudicação em equinos, devido à presença de restrições mecânicas ou de dor (Schlueter & Orth, 2004; Frisbie, 2012). A falência metabólica e a imposição de cargas atípicas nos tecidos são cúmplices na patogenia desta DAD (Frisbie, 2012), sendo o boleto a articulação uma das mais afetadas (Butler et al. 2017). Numa articulação com OA, a cartilagem tenderá a deteriorar-se e o osso subcondral a desenvolver esclerose. As margens articulares sofrem muitas vezes remodelação óssea (osteófitos) bem como as zonas de inserção dos tecidos moles (enteseófitos) (Vanderperren & Saunders, 2009a).

2.1. Diagnóstico de lesões no boleto

A abordagem clínica de um caso de claudicação deve sempre partir da obtenção de uma anamnese o mais completa possível e de um exame físico minucioso, os quais devem permitir enquadrar os achados imagiológicos obtidos posteriormente (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017). Após a identificação do membro afetado, a localização exata da origem da dor pode ser feita através de testes de flexão (McIlwraith, 2010), analgesias regionais sequenciais (Hauspie et al. 2011) e intra-sinoviais (Denoix, 2000).

Na maioria das vezes, a ocorrência de lesão nas estruturas associadas ao boleto resulta em manifestações clínicas externas como efusão sinovial, edema dos ligamentos e tendões, efusão da bainha sinovial digital dos TF (Seignour et al. 2012), espessamento da cápsula articular, espessamento dos tecidos moles (Kawcak & Barrett 2016); e ainda no aumento da temperatura, diminuição da amplitude de movimentos e evidência de dor à flexão (Kidd, Fuller, Barr, 2001; van Weeren, 2016). Casos de claudicação com origem no boleto são tipicamente de apoio, tornando-se mais evidentes em círculo quando o membro afetado se encontra do lado de dentro (Richardson, 2003).

Após a localização da origem da claudicação no boleto, a realização conjunta de um exame radiográfico, seguida de um ecográfico, é normalmente suficiente para obter um diagnóstico de lesão (Hauspie et al. 2011; Vanderperren & Saunders, 2009a; Carstens & Smith, 2014).

No caso da RX, a representação de estruturas tridimensionais, bidimensionalmente, constitui uma limitação óbvia deste meio de diagnóstico. As radiografias permitem a identificação de alterações nas estruturas ósseas, mas não conseguem obter um contraste satisfatório para avaliar detalhadamente os tecidos moles, facto que, no caso do boleto, representa um fator particularmente limitante a nível palmar, já que muitas das lesões têm sede nos tecidos moles (Seignour et al. 2012; Vanderperren & Saunders, 2009). A utilização da ECO colmata parcialmente estas limitações, permitindo a diferenciação de estruturas sobrepostas, uma boa definição dos tecidos moles (Hauspie et al. 2011) e da superfície óssea (Vanderperren & Saunders, 2009a), apesar de não permitir a deteção de lesões ósseas mais profundas (Bastiani et al. 2012). A avaliação ecográfica da MCF é facilitada pela ausência de massas musculares periarticulares, e pela localização superficial de todos os seus constituintes anatómicos (Bastiani et al. 2014). Adicionalmente, a realização de um exame ecográfico pode permitir a identificação precoce de lesões nos na superfície óssea, não detetáveis nas imagens de RX (Hauspie et al. 2011).

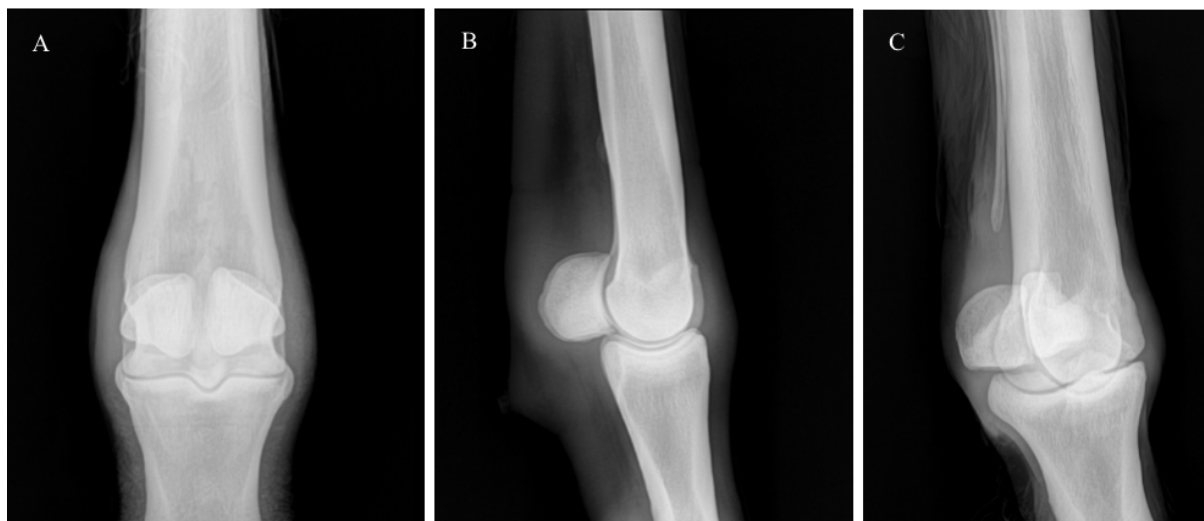
As articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica são anatomicamente muito semelhantes. Ao longo do texto as referências à MCF poderão transpor-se para a MTF e os termos “palmar” e “metacarpo”, para “plantar” e “metatarso”, respetivamente (a não ser que o contrário seja especificado).

2.2. Exame radiográfico das articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica

A realização de um exame radiográfico continua a ser a abordagem mais frequentemente utilizada para avaliar as articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica em equinos. A comparação de estruturas análogas, de membros contralaterais, facilita a interpretação das imagens, fornecendo uma "imagem de controlo" para as variantes de sexo, idade e raça (Hauspie et al. 2011; Kawcak & Barrett, 2016; Butler et al. 2017; Morgan, 2013).

O animal deve encontrar-se bem apoiado, com o membro perpendicular ao chão (exceto em situações específicas) e com o peso corporal bem distribuído pelos quatro membros. O feixe horizontal de raio-X deve ser centrado nas articulações MCF/MTF, em todas as projeções, para otimizar a definição das zonas de interesse (Butler et al. 2017a).

Figura 5- Exemplo de projeções radiográficas padrão para avaliação da articulação metacarpofalângica/metatarsofalângica.



A) projeção dorso10°proximal-plantarodistal oblíqua (medial está para a esquerda); **B)** projeção latero-medial; **C)** projeção dorso45°medial-palmarolateral oblíqua (a margem palmar do osso sesamóide proximal medial encontra-se destacada).

A avaliação radiográfica base do boleto compreende a obtenção de quatro projeções, com o membro em apoio: dorsopalmar/plantar (DP), latero-medial (LM), dorso45°lateral-palmaro/

plantaro medial oblíqua (D45°L-Pa(Pl)MO) e dorso45°medial-palmar/plantaro lateral oblíqua (D45°M-Pa(Pl)LO) (Fig. 5) (Butler et al. 2017b; Hauspie et al. 2011). Há autores que incluem ainda uma quinta projeção, a latero-medial em flexão (Morgan, 2013). Outras projeções poderão ser efetuadas aquando da avaliação de um caso específico (Hauspie et al. 2011).

2.2.1. Projeção dorso-palmar/plantar (DP)

A imagem radiográfica obtida deve ser o mais simétrica possível (Fig. 5, A). Na zona imediatamente proximal à linha articular (radiolucente), o MCIII apresenta uma ligeira depressão, quer lateral, quer medialmente, acima da qual se encontra uma zona ligeiramente esclerótica. Ao avaliar F1, deve ser nítida a delimitação entre o osso subcondral e o osso esponjoso subjacente. A placa de OSC de F1 pode ser ligeiramente mais espessa lateralmente. É normal aparecer uma zona de radiopacidade discreta, coincidente com F1, devido ao "machinho". Os kV podem ser aumentados quando se pretender visualizar as margens axiais dos SP (DP em flexão) (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017b).

No caso dos membros anteriores, um ângulo DPr de 10° deve permitir a visualização do espaço articular; já nos membros posteriores, essa angulação deve ser de 15° (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017b). A curvatura acentuada da superfície articular distal do MCIII faz com que apenas uma pequena área, à qual o feixe de RX é tangencial, seja satisfatoriamente observada; a obtenção de várias projeções DP tangenciais permite completar a avaliação (DPr-Pa(Pl)Di ou DDi-Pa(Pl)Pr). Para avaliar a porção palmar da superfície articular do MCIII, o membro (parcialmente estendido) pode ser posicionado num bloco desviado cranialmente, com o feixe de RX a incidir com uma angulação de 125°, orientado disto-proximalmente (D125°Di-PPr *skyline* ou 125°DP). Na referida projeção, a cassette posiciona-se vertical e caudalmente ao membro (cerca de um terço dos SP aparecerá distal ao espaço articular) (Butler et al. 2017c).

A obtenção de uma projeção dorsoproximal-dorso-distal (D45°-70°Pr-DDiO), realizada com o membro em flexão, permite a visualização da zona articular dorso-distal do MCIII (Hauspie et al. 2011) e a deteção de lesões subtis, nomeadamente na CS. O MCIII deve encontrar-se perpendicular ao chão e a cassette por baixo do boleto, paralela ao solo (Butler et al. 2017b).

2.2.2. Projeção latero-medial (LM) e latero-medial em flexão

O espaço articular (linha radiotransparente), deve ser identificável (Fig. 5, B). Os côndilos do MCIII devem estar perfeitamente sobrepostos, bem como os ossos sesamóides (Hauspie et al. 2011). O alinhamento da MCF relativamente ao casco deve ser verificado, podendo ser necessário dar alguma angulação ao feixe de RX de modo a obter uma projeção verdadeiramente LM (L5°Pr-MDiO, por exemplo), necessária à avaliação satisfatória da CS (Butler et al. 2017b).

A superfície articular do MCIII deve aparecer bem definida, delimitada por uma linha regular, devendo desenhar uma curva contínua, admitindo-se um ligeiro aplanamento na zona palmarodistal (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017b).

A projeção LM em flexão pode ser obtida adicionalmente, conseguindo-se uma maior exposição da crista sagital (zona dorso-distal) (Hauspie et al. 2011; Machado et al. 2016); e ainda o afastamento dos os ossos sesamóides da zona palmar dos côndilos do MCIII, o que permite avaliar as respetivas superfícies articulares. O feixe de RX deve encontrar-se centrado com a zona intermédia da superfície articular da CS (Butler et al. 2017b).

2.2.3. Projeções dorso45°lateral-palmaro/plantaro medial oblíqua (D45°L-Pa(Pl)MO) e dorso45°medial-palmaro/plantaro lateral oblíqua (D45°M-Pa(Pl)LO)

O feixe de RX deve partir com um desvio de 45° do plano sagital, para lateral ou medial. Na projeção D45°L-Pa(Pl)MO evidencia-se o SP lateral (Fig. 5, C) e na D45°M-Pa(Pl)LO o medial: forma, arquitetura interna, ápex e margens basal, palmar e dorsal. Podem notar-se ténues zonas radiolucientes nos SP, os quais devem apresentar uma margem Pa/Pl arredondada e contornos regulares. Deve ainda poder visualizar-se a margem proximal Pa/Pl de F1, sem sobreposição da base dos sesamóides proximais. A sobreposição dos sesamóides à parte distal do MCIII deve aparecer bem definida, tal como a margem dorso-proximal de F1 (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017b).

A superfície palmar dos SP deve ser lisa, podendo as suas margens abaxial e axial apresentar alguma irregularidade fisiológica (Hauspie et al. 2011). Nos SP é também possível que se visualizem na RX, linhas menos radiopacas correspondentes a canais vasculares, as quais são consideradas normais, desde que não sejam em número anormalmente elevado, de grande largura ou de forma muito irregular (Vanderperren & Saunders, 2009a; Butler et al. 2017b).

2.3. Avaliação ecográfica de articulações em equinos

O exame ecográfico de uma determinada articulação deve realizar-se de forma sistemática, de maneira a minimizar falhas no diagnóstico (Denoix, 2003; Denoix & Audigié, 2001). As várias estruturas devem ser avaliadas em corte transversal e longitudinal. As características físicas dos diferentes tecidos resultam em diferentes velocidades de propagação dos ultrassons (US), propriedade designada de impedância acústica. A ecogenicidade das estruturas resulta da sua impedância acústica. Quando a arquitetura ou composição de determinado tecido se altera na sequência da ocorrência de lesões, as suas propriedades acústicas também se vão alterar, sendo detetáveis alterações locais de ecogenicidade. O valor diagnóstico das imagens obtidas por ecografia está intimamente relacionada com a experiência do operador (Werpy & Axiak, 2013; Pohlin et al. 2014).

A ecografia é muitas vezes utilizada para a deteção de lesões em tendões ou ligamentos. A nível articular, esta pode também revelar alterações da cápsula articular, membrana sinovial e líquido sinovial, da cartilagem articular e da superfície óssea articular (OSC) (Hauspie et al. 2011; Butler et al. 2017b; Vanderperren et al. 2012; Denoix & Audigié, 2001).

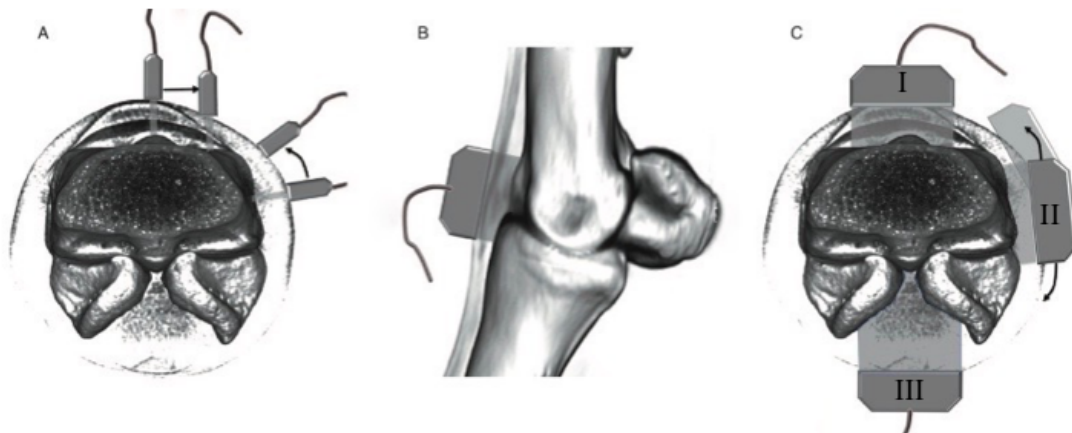
Ao avaliar as diferentes estruturas num exame ecográfico os parâmetros a ter em consideração são: o seu tamanho, forma, espessura, ecogenicidade, posição e orientação, continuidade das suas margens e arquitetura interna (Denoix et al. 1996; Machado et al. 2016; Werpy & Axiak, 2013; Seignour et al. 2012). A comparação de imagens correspondentes entre membros contralaterais é fundamental para: detetar lesões ligeiras (comparando uma estrutura lesionada e uma intacta), efetuar o diagnóstico de lesões bilaterais, avaliar a gravidade das lesões (quantificar o aumento de espessura, por exemplo) e ainda para identificar particularidades anatómicas individuais, não as confundindo com lesões (Werpy & Axiak, 2013).

A presença de artefactos dificulta em grande medida a interpretação das imagens ecográficas (Rantanen, Jorgensen, Genovese, 2003), para minimizar a ocorrência dos mesmos, a zona que se pretende examinar deve ser alvo de tricotomia e lavagem, de preferência com água morna (Seignour et al. 2012), devendo ser aplicada uma quantidade suficiente de gel (Hauspie et al. 2011; Pohlin et al. 2014). A escolha da sonda deve ter em conta a topografia da região. Deve ainda ajustar-se os parâmetros do ecógrafo, de maneira a otimizar a visualização das estruturas-alvo: frequência, ganho, profundidade e número de focos. A interpretação das imagens ecográficas deve ser feita no momento da realização do exame (Pohlin et al. 2014; Hauspie et al. 2011; Werpy & Axiak, 2013).

2.4. Exame ecográfica das articulações metacarpofalângica e metatarsofalângica

O exame ecográfico dos boletos pode realizar-se com uma sonda linear de alta frequência (7.5- 10MHz) (Hauspie et al. 2011) (7.5- 16MHz) (Cauvin & Smith, 2014). Deve iniciar-se o exame pelo recesso dorsal, de seguida avaliar o recesso palmar abaxialmente; por último, as estruturas da zona palmar são examinadas (Fig. 6) (Hauspie et al. 2011; Cauvin & Smith, 2014; Kawcak & Barrett, 2016). No caso particular do boleto, a ECO não permite a visualização das superfícies articulares palmares do MCIII (Bastiani et al. 2012) e proximal de F1 (Vanderperren & Saunders, 2009).

Figura 6- Representação esquemática do correto posicionamento da sonda na avaliação ecográfica do boleto, todas as estruturas devem ser avaliadas em corte longitudinal (A, B) e transversal (C) (esquema adaptado de Cauvin & Smith, 2014).



I. abordagem das estruturas dorsais, em primeiro lugar; **II.** abordagem das estruturas abaxiais, em segundo lugar; **III.** abordagem das estruturas palmares, por último.

No exame ecográfico considerado “padrão”, as imagens da MCF são obtidas com o equino bem “quadrado”, com os membros perpendiculares ao chão e o peso distribuído de forma equilibrada. O facto de o membro estar em apoio permite a extensão da MCF, evitando-se artefactos causados pelo relaxamento dos tecidos moles a nível palmar. A sonda deve ser posicionada e orientada de modo a maximizar a ecogenicidade das estruturas a avaliar - *single-beam angle*. Como consequência, lesões cicatriciais (hiperecogénicas) nos tendões e ligamentos palmares poderão passar inicialmente despercebidas, sendo mais facilmente identificadas quando o membro não se encontra em apoio. Já no caso de ruturas fibrilares, as zonas hipoeecogénicas resultantes poderão ser mais facilmente identificadas com o membro em apoio (Werpy & Axiak, 2013; Cauvin & Smith, 2014).

Quando estruturas adjacentes apresentam ecogenicidades semelhantes, a modificação da angulação do feixe de US pode alterar a aparência ecográfica das mesmas, criando-se

“contraste” graças às estruturas anisotrópicas, cuja ecogenicidade varia consoante o ângulo de incidência dos US. As imagens obtidas com o feixe de US perpendicular à superfície do membro “positivas” ou *on-beam* são comparadas com imagens “negativas” ou *off-beam*, estas últimas devem ser obtidas recorrendo à angulação mínima necessária para o efeito (Seignour et al. 2012; Werpy & Axiak, 2013).

Adicionalmente, a avaliação ecográfica das estruturas palmares pode ser efetuada com o bolete em flexão: o relaxamento do aparelho suspensor provoca o deslocamento palmar do *scutum* proximal e o aumento de volume do recesso palmar proximal, permitindo ainda a manipulação das referidas estruturas. Segurando o membro do cavalo, movimentos lentos de extensão e de flexão podem ser realizados para a avaliação da dinâmica funcional entre os tendões flexores e os ligamentos (LIS e LAP) e do grau de mobilidade de fragmentos osteocondrais. A manipulação com vista ao deslocamento do fluido sinovial ao longo da bainha digital poderá revelar a localização de adesões. Alterar o posicionamento relativo do membro em questão e aplicar maior ou menor pressão com a sonda sobre as estruturas, pode também fornecer informação adicional (Seignour et al. 2012; Werpy & Axiak, 2013).

Ao avaliar os recessos articulares do bolete, o médico veterinário deve procurar avaliar o grau de distensão articular, espessamento capsular e proliferação sinovial; já que a maioria das lesões se encontra associada a processos de capsulite e sinovite. Nas articulações MTF é normal verificar-se um ligeiro aumento da espessura das pregas sinoviais, densidade das vilosidades e quantidade de fluido, comparativamente às MCF (Kawcak & Barrett, 2016).

2.4.1. Abordagem do recesso dorsal

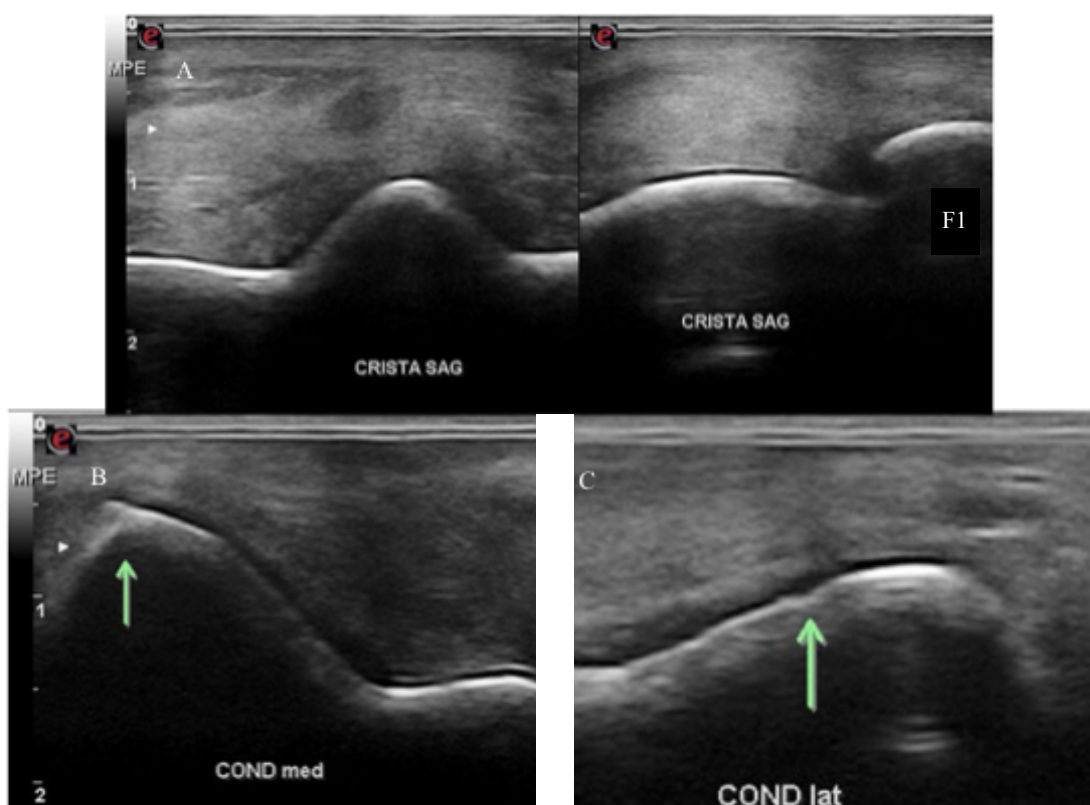
O recesso dorsal permite uma janela de visualização mais ampla do que o recesso palmar. As estruturas que se podem observar sobrepostas dorso-palmarmente são: pele, tecido subcutâneo (Denoix et al. 1996), tendões extensores, cápsula articular e membrana sinovial, margem dorsoproximal de F1 e crista sagital e côndilos do MCIII (Fig. 7) (Hauspie et al. 2011). Pode efetuar-se a flexão da MCF de modo a avaliar as superfícies articulares dorso-distais do MCIII e dos côndilos (Cauvin & Smith, 2014; Werpy an Axiak, 2013) bem como os tecidos moles dorsais à MCF, em tensão (Denoix et al. 1996).

Os tendões extensores, imediatamente abaixo da pele e tecido subcutâneo, apresentam uma ecogenicidade equivalente à da cápsula articular subjacente; o facto de serem isoecogénicas

difícil a distinção destas estruturas em corte transversal (Hauspie et al. 2011; Cauvin & Smith, 2014).

A cápsula articular deve encontrar-se intimamente aderente ao osso, nas suas zonas de inserção. Ao nível da MCF propriamente dita, a cápsula deve apresentar um aspeto homogêneo, moderadamente ecogénico. Quando presente efusão articular ou espessamento da própria plica, esta poderá ser observável sendo que, segundo Denoix, uma espessura de 2mm já refletirá um processo inflamatório (Cauvin & Smith, 2014).

Figura 7- Imagens ecográficas do recesso dorsal da articulação metatarsofalângica.



A) corte transversal (à esquerda) e longitudinal (à direita) da crista sagital do metatarsiano III (MTC III), neste último é também visível o bordo dorso-proximal da primeira falange (F1); **B)** corte transversal do côndilo medial do MTIII, sendo visível pequeno osteófito marginal (seta); **C)** corte transversal do côndilo lateral do MTIII, em que é visível uma lesão focal na cartilagem e osso subcondral subjacente; a cartilagem articular é visível (linha anecogénica), suprajacente ao osso subcondral (interface hiperecogénica).

Em corte transversal, a cartilagem articular deve ser facilmente identificada como uma linha anecogénica, de espessura constante e contorno regular, imediatamente acima do osso subcondral (linha hiperecogénica bem definida, com sombra acústica subjacente) (Cauvin & Smith, 2014; Vanderperren, Gielen, van Caelenberg, van der Vekens, Raes, Hauspie, van Bree, Saunders, 2012). A delimitação dorsal da cartilagem consiste numa linha ecogénica discreta, que se forma na interface com a membrana sinovial suprajacente (hipoecogénica)

(Denoix et al. 1996). A CS assume uma forma triangular em corte transversal, podendo por vezes ser visível uma pequena quantidade de líquido, na zona parassagital. Com uma sonda linear, em corte longitudinal, poderá surgir uma zona hipocogénica na membrana sinovial DPr a F1, correspondente a um artefacto (Cauvin & Smith, 2014).

Distalmente ao MCIII aparecerá o espaço articular (cortes longitudinal e transversal), no qual apenas uma pequena quantidade de líquido sinovial (anecogénico) deve ser visível, seguido do bordo dorso-proximal da primeira falange. Deve examinar-se as duas proeminências dorso-proximais de F1, a dorsomedial (mais proeminente) e a dorsolateral, ligeiramente convexas, cuja superfície deve ser regular (Denoix et al. 1996; Cauvin & Smith, 2014).

Em corte longitudinal, a crista sagital do MCIII possui uma margem circular, convexa e sem irregularidades e o perfil dos côndilos vai aplanando à medida que se move a sonda abaxialmente. O MCIII pode apresentar um certo grau de irregularidade, discretas concavidades ou até mesmo um desnível, proximalmente à zona onde se inicia a cartilagem articular. A referida irregularidade é fisiológica na superfície óssea subjacente à plica, surgindo devido à presença de canais vasculares. Assim, uma imagem ecográfica obtida nesta zona específica compreende um certo grau de variabilidade individual (Cauvin & Smith, 2014; Denoix et al. 1996).

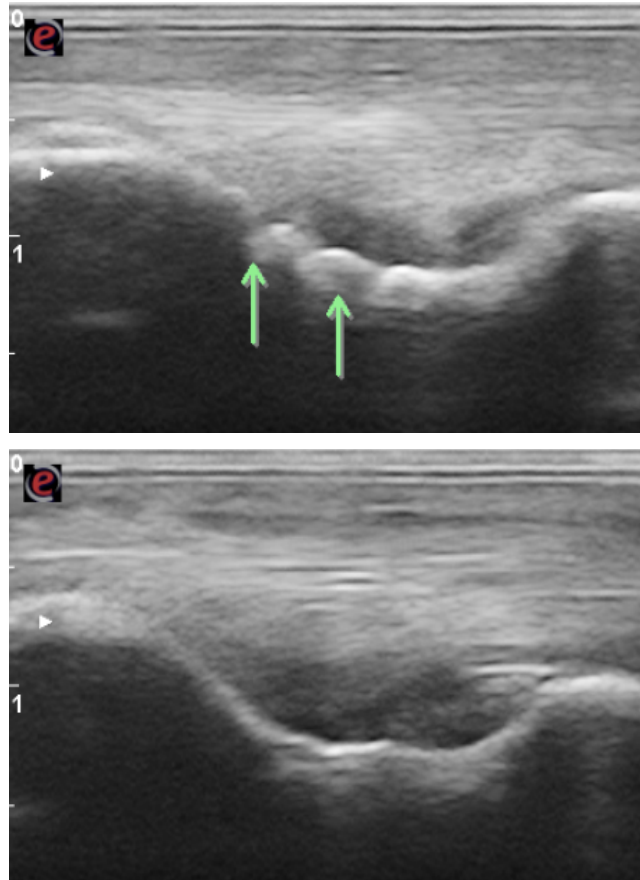
A avaliação da cartilagem articular só é conseguida numa área diminuta dos côndilos (Hauspie et al. 2011) e, fisiologicamente, a sua espessura é menor a este nível (inferior a 0.7mm) do que na crista sagital (1.0-1.2mm) (Cauvin & Smith, 2014).

2.4.2. Abordagem dos recessos palmar/plantar lateral/medial

A avaliação do recesso palmar propriamente dito é feita abaxialmente, pelo que se referem para efeitos práticos dois recessos, palmar lateral e palmar medial, que permitirão a observação das mesmas estruturas simétricas: ossos sesamóides proximais, ramos e processos extensores do ligamento suspensor do boleto e ligamentos colaterais do boleto (Fig. 8) (Hauspie et al. 2011; Pohlin et al. 2014).

A ecogenicidade das duas porções dos LC é idêntica, quando avaliadas com o feixe de US perpendicular às suas fibras. Os dois LC contralaterais devem ter uma espessura semelhante (Hauspie et al. 2011; Pohlin et al. 2014). O padrão estriado das fibras dos LC assemelha-se à aparência ecográfica dos tendões (fibras paralelas) (Cauvin & Smith, 2014).

Figura 8- Imagens ecográficas (corte longitudinal) das zonas de inserção proximal do ramo profundo dos ligamentos colaterais do boleto, da mesma articulação metatarsofalângica, na fossa epicondilar do metatarsiano III.



Em cima: a zona disto-abaxial do metatarsiano III apresenta uma superfície óssea irregular (setas), na origem do ramo profundo do ligamento colateral medial do boleto; **em baixo:** o metatarsiano III apresenta uma superfície óssea regular, normal, na origem do ramo profundo do ligamento colateral lateral do boleto.

Em corte longitudinal, obtém-se facilmente uma boa imagem do ramo superficial dos LC, já que as suas fibras correm verticalmente (Pohlin et al. 2014). O operador deve rodar a sonda inclinando-a cranialmente, cerca de 30°, de modo a obter uma boa imagem das fibras do ramo profundo dos LC. Devido ao arco realizado pelas fibras originadas na fossa epicondilar (que alteram a sua orientação ao contornar o côndilo), a aparência ecográfica normal na origem do ramo profundo dos LC é hipoecogénica. Em corte transversal torna-se difícil delimitar os ligamentos colaterais, que se confundem com a cápsula articular (Cauvin & Smith, 2014). Os ramos (lateral e medial) do LSB são visíveis na zona mais palmar dos recessos palmares lateral e medial; as suas fibras devem apresentar-se paralelas e com um aspeto homogéneo. Em corte longitudinal, avalia-se essencialmente a zona de inserção apical e abaxial dos ramos do LSB nos ossos sesamóides, cuja superfície óssea deve ser regular (Hauspie et al. 2011).

2.4.3. Abordagem palmar/plantar

A abordagem palmar da MCF possibilita a avaliação das seguintes estruturas, começando pela mais superficial: pele, tecido subcutâneo, LAP, TFDS e MF, TFDP, *scutum* proximal, superfícies palmar, abaxial e axial dos SP, LIS e a superfície óssea do MCIII (Cauvin & Smith, 2014; Seignour et al. 2012). Pode ser necessária a utilização de um *stand-off pad* (5mm) para melhorar a imagem das estruturas superficiais (Seignour et al. 2012; Hauspie et al. 2011; Cauvin & Smith, 2014). Efetuar o exame ecográfico com o membro suspenso facilita significativamente a avaliação da zona palmar da MCF (Kawcak & Barrett, 2016).

O recesso palmar da MCF é de grandes dimensões, apesar de regra geral conter pouco líquido sinovial, encontrando-se maioritariamente preenchido por vilosidades sinoviais (ligeiramente ecogénicas). A sua delimitação anatómica é feita: pela face palmar do MCIII, pelos botões distais dos MC rudimentares II e IV, pelos ápices dos ossos sesamóides e pelos ramos do ligamento suspensor do boleto (Hauspie et al. 2011).

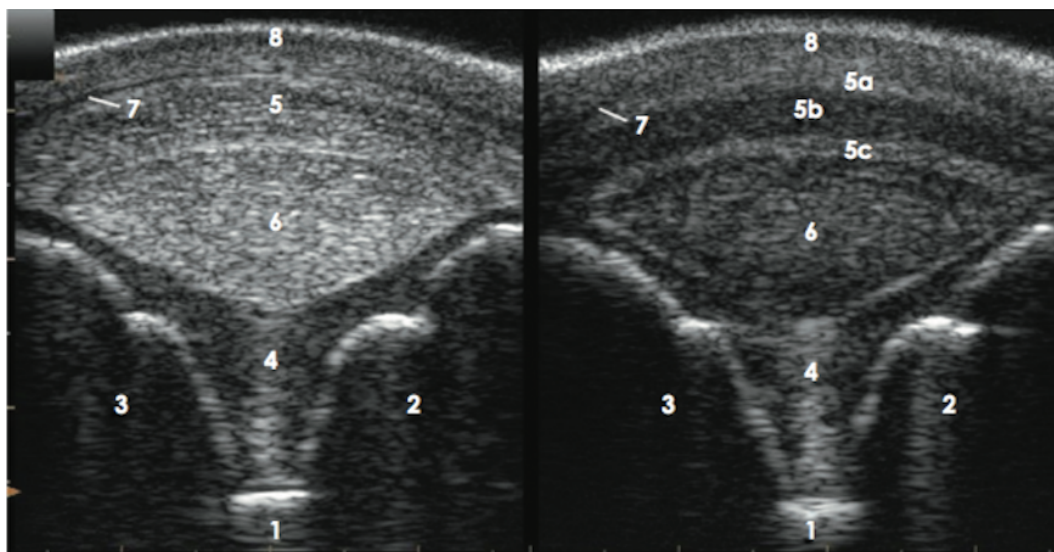
Seignour et al. (2012) descreve a avaliação sequencial da porção palmar da MCF, em quatro níveis transversais distintos (A, B, C e D). O nível A corresponde à zona proximal ao ápex dos SP, neste nível a *manica flexoria* é visível, palmar à porção proximal do ligamento intersesamoideu, envolvendo o TFDP. A avaliação da espessura, regularidade das margens e forma da MF deve ser efetuada através de uma imagem “negativa” (em corte transversal), em que a MF permanecerá hiperecogénica, contrastando com os tendões flexores, que aparecerão hipoecogénicos. O recesso palmar proximal da MCF é visível proximalmente ao LIS, muito próximo do tecido conjuntivo e vascular (hipoecogénicos) que preenche o espaço entre os ramos do LSB. Imediatamente distal à zona da bifurcação do LSB pode ser visível uma zona hipoecogénica, subjacente ao TFDP, correspondente à artéria palmar medial, que também se bifurca (Spaulding, 1984).

O nível B corresponde à zona do ápex dos sesamóides, neste nível, em corte transversal, o LIS apresenta uma espessura considerável sagitalmente (12-17mm), que diminui nos locais de inserção, aparecendo em profundidade, abaixo do *scutum* proximal (hipoecogénico) e ladeado pelos dois ossos sesamóides proximais (interfaces hiperecogénicas, convexas e convergentes, acompanhadas de sombra acústica dorsal). As fibras do LIS devem apresentar um padrão transversal homogêneo. A CS encontra-se delineada por cartilagem articular. Em conjunto, a pele e tecido subcutâneo podem atingir uma espessura de cerca de 2mm, não devendo ser confundidos com um ligamento anular espessado (Seignour et al. 2012; Cauvin & Smith, 2014).

Em corte longitudinal, nos níveis A e B, os tendões TFDS e TFDP, apresentam um padrão linear marcado, com uma ecogenicidade homogênea e a MF torna-se difícil de identificar.

O nível C corresponde à zona média dos sesamóides proximais, onde o uso de uma sonda microconvexa é vantajoso. O TFDS apresenta três camadas, distinguíveis em imagens “negativas” (em corte transversal), utilizando uma sonda de alta resolução: duas camadas hiperecogénicas (fibrocartilaginosas) separadas por uma mais grossa, hipoecogénica (fibrosa) (Fig. 9). A camada mais palmar não deve ser confundida com um ligamento anular espessado, que se insere nas superfícies palmares dos sesamóides. O TFDP, de forma oval, apresenta uma ecogenicidade ligeiramente superior à do superficial e um padrão fibrilar menos marcado. A avaliação da inserção lateral do LIS, imediatamente dorsal ao TFDP, deve fazer-se a partir do lado medial e vice-versa. A visualização de tecido adiposo subcutâneo (de ecogenicidade não dependente do ângulo de US) correspondente à almofada do “machinho” é frequente (Werpy & Axiak, 2013; Seignour et al. 2012)

Figura 9- Imagens obtidas na abordagem ecográfica palmar do boleto, nível C, corte transversal; imagem positiva à esquerda e negativa à direita, lado medial à esquerda (imagem adaptada de Seignour et al. 2012).



1. crista sagital palmar do metacarpiano III; 2. osso sesamóide lateral; 3. osso sesamóide medial; 4. ligamento intersesamoideu; 5a. 5b. 5c. camadas palmar, intermédia e dorsal do tendão flexor digital superficial; 6. tendão flexor digital profundo; 7. ligamento anular palmar; 8. pele.

O nível D corresponde à zona da base dos sesamóides. Os ligamentos sesamoideus oblíquos originam-se abaxialmente. No nível D, em corte longitudinal, pode ainda observar-se a inserção proximal do ligamento sesamoideu recto, na porção distal do LIS (Seignour et al. 2012).

2.5. Diagnóstico radiográfico e ecográfico de lesões nos tecidos duros do boleto

O diagnóstico de lesões ósseas no boleto é potenciado pela utilização complementar da ECO e da RX. Relativamente ao exame radiográfico, pressupõe-se a realização das projeções *standard*, as referências feitas a projeções específicas corresponderão às mais adequadas para a detecção de determinada lesão. A ECO permite a avaliação da cartilagem articular e do osso subcondral e a detecção da maioria dos fragmentos osteocondrais (Vanderperren & Saunders, 2009a).

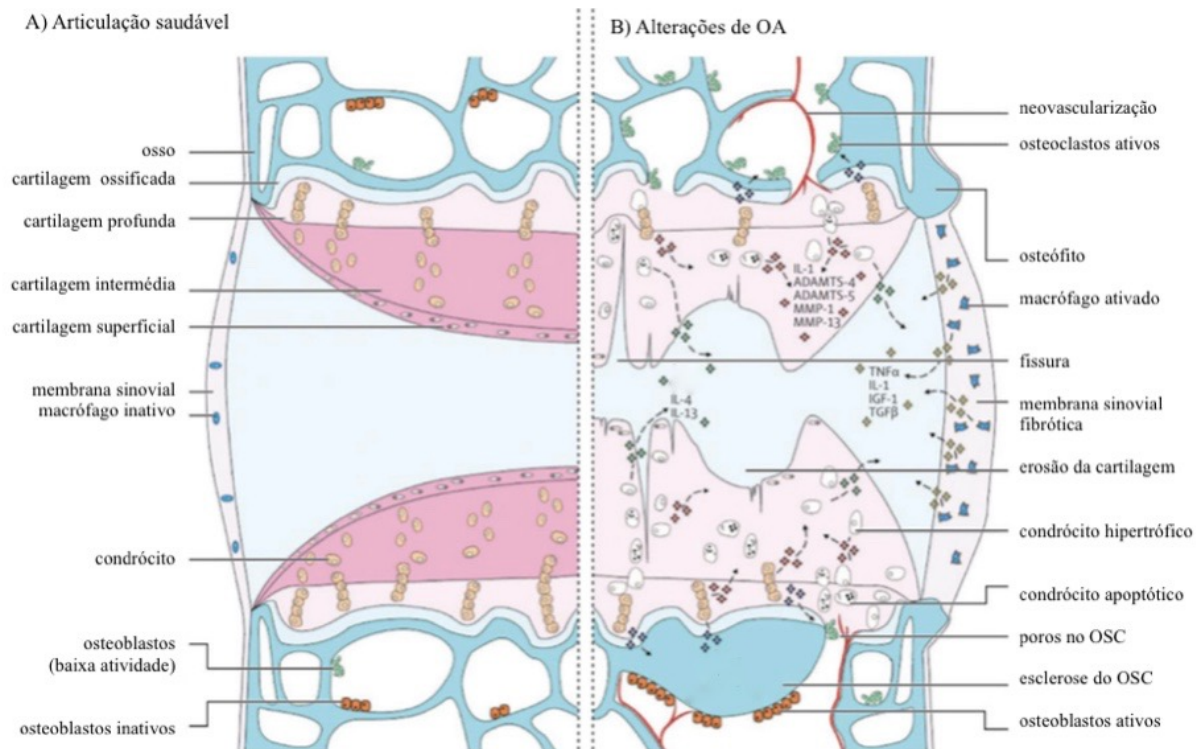
2.5.1. Osteoartrite

Os termos osteoartrite e osteoartrose referem-se a processos inflamatórios articulares em que há envolvimento ósseo; sendo que no caso da osteoartrite existe simultaneamente inflamação dos tecidos moles (Butler et al. 2017). Segundo Kidd *et al.* (2001) o termo “doença degenerativa articular” não deve ser utilizado como substituto de osteoartrite, já que à OA se associam também componentes regenerativas e inflamatórias.

A OA em equinos, muitas vezes bilateral, é uma doença de índole progressiva (Kidd et al. 2001; Schlueter & Orth, 2004; Kuyinu, Narayanan, Nair et Laurencin, 2016); caracterizada pela predominância de atividade catabólica, que conduz à falência tecidual (Frisbie, 2012), podendo surgir com a idade. Em cavalos de desporto, a causa mais importante de OA é a ocorrência de trauma (causa mecânica), possivelmente associado a fatores predisponentes à sobrecarga articular (conformação, ferração desadequada). Por outro lado, a imobilização prolongada pode também despoletar OA em equinos. Processos inflamatórios (capsulite e sinovite, agudas ou crônicas) levam à libertação de citocinas, mediadores inflamatórios e enzimas, que contribuem para o processo de degeneração articular (Fig. 10) (Kidd et al. 2001; Schlueter & Orth, 2004). Carmona e Prades (2009) afirmam “*A patogenia da OA é orquestrada por uma complexa rede de mecanismos moleculares que se sobrepõem e cujo resultado final é a danificação dos tecidos articulares*”.

O diagnóstico de um quadro inicial de OA pode ser conseguido recorrendo à ECO através da detecção de: capsulite, sinovite moderada ou severa, alterações subtis da cartilagem articular e de proliferação óssea. Numa fase inicial, na RX poderá adivinhar-se efusão articular e a realização de uma ECO permitirá ainda fazer o diagnóstico diferencial de efusão da BDTF, edema subcutâneo e desmopatia dos ramos do LSB (Kawcak & Barrett, 2016; Lawson et al. 2012; Hauspie et al. 2011; Kidd et al. 2001).

Figura 10- Esquema demonstrativo dos mecanismos de disfunção metabólica e da alteração estrutural de uma articulação sinovial com osteoartrite (B), comparativamente com uma saudável (A) (esquema adaptado de Kuyinu et al. 2016).



Quando ocorrem agressões à cartilagem articular, aumenta a produção de moléculas que promovem a atividade anabólica dos condrócitos (TGF-beta, IGF-1). Paralelamente, são libertadas moléculas catabólicas como a IL-1, uma citocina pró-inflamatória que aumenta a produção de enzimas como as MMP e ADAMTS, responsáveis pela degradação da cartilagem articular. Por sua vez, o TNF-alfa, secretado por macrófagos, condrócitos, sinoviócitos e osteoclastos estimula a ação da IL-1.

ADAMTS-4/-5. agrecanases com um domínio semelhante à trombospondina; **IGF-1.** fator de crescimento semelhante à insulina; **IL-1/-4/-13.** interleucinas; **MMP-1/-13.** metaloproteínases da classe das collagenases; **TGF-beta.** fator de transformação de crescimento beta; **TNF-alfa.** fator de necrose tumoral alfa.

A RX apresenta baixa sensibilidade para detetar alterações precoces de OA, pelo que a correlação entre as imagens radiográficas e os sinais clínicos é muitas vezes baixa (Frisbie, 2012). Os sinais radiográficos típicos de OA no boleto são: esclerose do OSC, osteófitos, enteseófitos, remodelação óssea, diminuição do espaço articular e edema dos tecidos moles (Vanderperren & Saunders, 2009a; Kidd et al. 2001). Com a RX e com a ECO podem também detetar-se sinais compatíveis com sinovite crónica (Cauvin & Smith, 2014; Kawcak & Barrett, 2016). Na zona dorso-distal dos côndilos do MCIII (ECO em flexão) é comum detetarem-se erosões da cartilagem com a ECO, apesar de a perda de cartilagem ser normalmente mais evidente na CS. A escolha de sondas de alta frequência (12-18MHz) permite uma apreciação mais minuciosa da cartilagem. A cartilagem articular dorsal de F1 mostra sinais de alteração mais precocemente, mas esta zona não é acessível à ECO. Podem

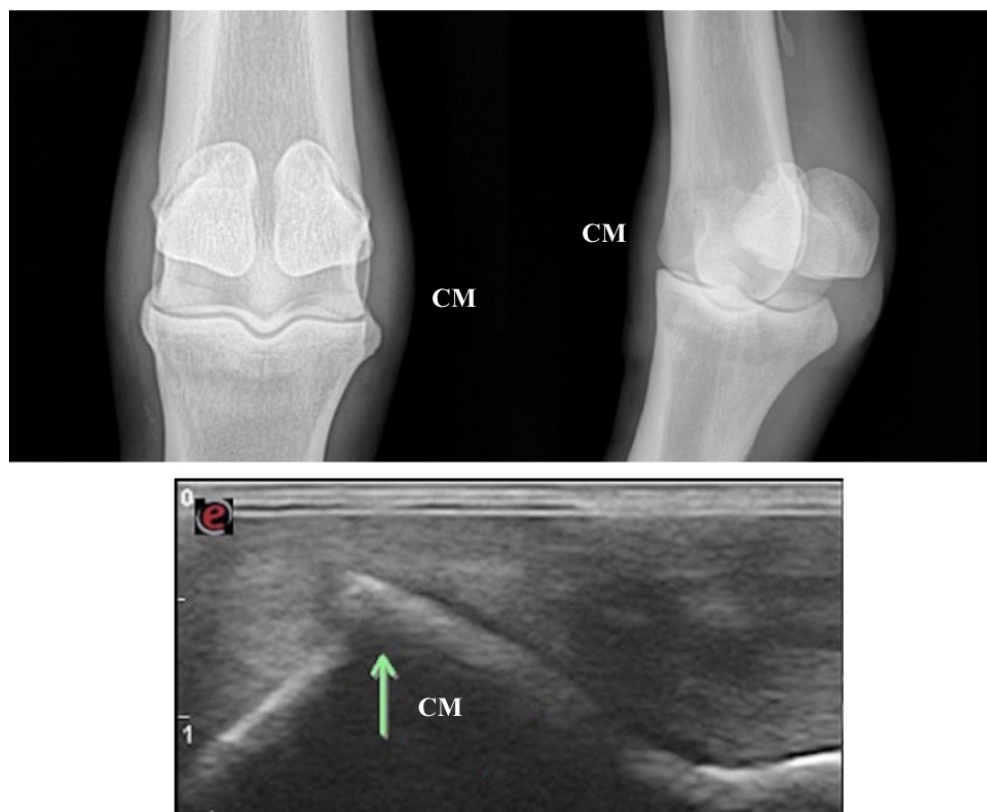
ainda aparecer pontos hiperecogénicos na cartilagem. Fragmentos osteocondrais podem traumatizar repetidamente uma zona específica da MCF, devido ao contacto decorrente da flexão/extensão do boleto - *kissing lesions* - podendo surgir lesões focais de OA. Em casos graves de OA, a cartilagem articular pode ser já vestigial, ou mesmo inexistente, acabando por ocorrer exposição do OSC subjacente. Ao posicionar a sonda para a obtenção de um corte transversal, é importante que esta se encontre perfeitamente horizontal, de modo a evitar a ilusão da perda de cartilagem abaxial (Kawcak & Barrett, 2016; Cauvin & Smith, 2014; van Weeren, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009a). No estudo conduzido por Bastiani *et al.* (2014), à diminuição da espessura da cartilagem articular visível com a ECO associada a irregularidade acentuada do osso subcondral do MCIII, correspondeu histologicamente erosão severa da cartilagem com ou sem exposição do OSC. À presença de linhas ecogénicas paralelas ao OSC, sem alterações drásticas da espessura da cartilagem, correspondeu fibrilhação da mesma; a irregularidades na imagem transversal da cartilagem articular (anecogénica) do MCIII corresponderam sulcos lineares.

Os osteófitos periarticulares são frequentes em casos de OA. Um osteófito é uma proliferação óssea da zona terminal da placa de OSC, caracterizada na ECO por uma interface hiperecogénica, de contorno irregular ou até pontiagudo, projectando-se tendencialmente em direção ao espaço articular (Fig. 11). Com a RX pode detetar-se irregularidade óssea ou aumento de radiopacidade nas margens articulares, ou até protuberâncias ósseas de tamanho considerável. Na MCF os osteófitos têm localização preferencial, começando pela mais frequente: nas margens proximais dorsolateral e dorsomedial de F1; nas superfícies articulares proximal e distal dos SP; e por fim nos côndilos do MCIII, disto-abaxialmente ou no limite DPr destes (Cauvin & Smith, 2014; Kawcak & Barrett, 2016). É preciso também ter em conta que a existência de uma ligeira remodelação DPr em F1 pode estar relacionada com a idade ou ser indicativa de um processo degenerativo articular (Hauspie *et al.* 2011; Butler *et al.* 2017b). A presença de remodelação óssea marcada na zona proximal à CS pode, igualmente, estar associada a doença articular (Cauvin & Smith, 2014).

Quando os osteófitos se localizam abaxialmente, a sua identificação radiográfica será mais fácil na projecção DP. As projecções oblíquas podem ser mais úteis se os osteófitos se formarem nas margens dorso-medial e dorso-lateral de F1, dando uma percepção de “lateralidade”, que a projecção LM não oferece (Kawcak & Barrett, 2016). Vanderperren *et al.* (2012) refere ainda a identificação pela ECO de alterações compatíveis com “osteófitos centrais”, tipo de lesão

diagnosticado por TAC em boletos com OA (Olive, D'Anjou, Girard, Laverty et Theoret, 2009). Vanderperren *et al.* (2012) descreve os osteófitos centrais como protrusões corticais observáveis com a ECO (corte transversal e longitudinal) correspondentes a formações hiperecogênicas pontiagudas, com origem na placa de OSC, e que invadem a cartilagem articular.

Figura 11- Exemplo de um caso em que no exame ecográfico (corte transversal) foi possível detetar um osteófito marginal no côndilo medial do metacarpiano III, que não foi detetado no exame radiográfico, nem na projeção dorso-palmar (à esquerda, medial está à esquerda), nem na dorso45°lateral-palmaro-medial oblíqua (à direita).



CM. côndilo medial do metacarpiano III; **seta.** osteófito marginal.

Outro tipo de anomalia óssea que pode surgir como alteração secundária à OA são os enteseófitos (RX e ECO). Na MCF podem formar-se enteseófitos na zona de inserção da cápsula, dorso-abaxialmente, ou dos ligamentos colaterais (Cauvin & Smith, 2014). Num boleto em que se tenha instalado OA, a entesiopatia capsular é particularmente comum (Kawcak & Barrett, 2016); estes enteseófitos podem surgir apenas ligeiramente distais a osteófitos DPr em F1, tornando-se difícil distingui-los (Butler et al. 2017).

Em casos crónicos de OA, a degradação de parte significativa da cartilagem pode resultar no colapso articular, refletido pela diminuição do espaço articular visível com a RX (DP); este

pode inclusivamente ser o único sinal radiográfico de DDA. O posicionamento do membro é de extrema importância para um correto diagnóstico. A menor espessura da linha radiotransparente correspondente ao espaço articular pode ser medial (mais comum), lateral ou bilateral. É comum a ocorrência simultânea de lesões de esclerose do OSC nestes casos (às quais podem corresponder alterações da cartilagem), que pode apresentar aumentos de espessura e opacidade no MCIII e na F1; o osso trabecular pode mesmo sofrer alteração estrutural (Kawcak & Barrett, 2016; Butler et al. 2017b).

2.5.2. Osteocondrose

A osteocondrose (OC) é considerada a doença ortopédica do desenvolvimento (DOD) mais relevante em equinos, permanecendo muitas vezes subclínica, até os animais começarem a ser integrados num plano de treino. Há no entanto autores que defendem que lesões primárias do OSC podem estar na origem das alterações implicadas na OC. A nível clínico, é comum verificar-se distensão articular não dolorosa do boleto, mas testes de flexão positivos. O grau de claudicação associado à OC é variável, bem como as suas manifestações radiográficas (Grevenhof, Ducro, Weeren, Tartwijk, Belt et Bijma, 2009; Butler et al. 2017).

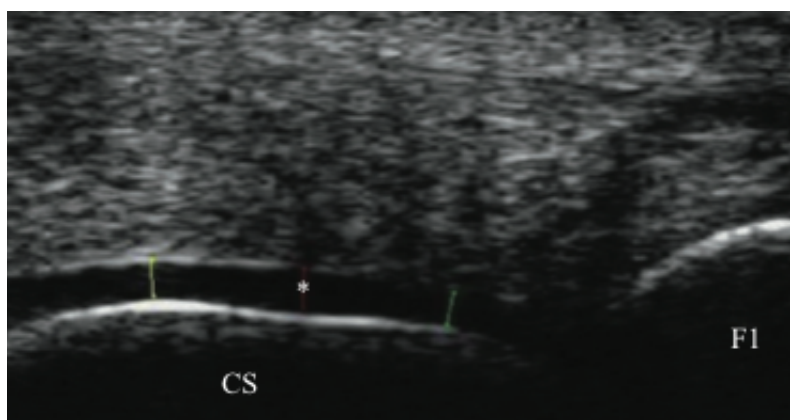
Na OC ocorre uma falha no processo de ossificação endocondral, podendo detetar-se na ECO defeitos discretos no OSC (aplanamento, erosão) acompanhados por espessamento focal da cartilagem articular (Fig. 12), cuja ecogenicidade aparece normalmente aumentada. A cartilagem articular pode sofrer necrose, levando à formação de *flaps* parcialmente destacados, ou mesmo de fragmentos osteocondrais livres - osteocondrite dissecante (OCD). Com a degradação da cartilagem, a sua espessura diminuirá: fragmentação, fibrilhação, lesões secundárias de OA. Pontos hiperecogénicos podem estar patentes na cartilagem articular, sempre que ocorra mineralização e os *flaps* podem apresentar um aspeto ecográfico heterogéneo e contorno irregular (Cauvin & Smith, 2014; Grevenhof et al. 2009).

A ECO suplanta a RX na deteção de alterações do contorno do OSC (Cauvin & Smith, 2014) típicas da OC, as quais muitas vezes são bilaterais, podendo regredir em animais jovens. Em alguns casos, quando os fragmentos de OCD se mantêm próximos do local de dissecção, é visível uma zona anecogénica (Vanderperren & Saunders, 2009a) entre estes e o OSC subjacente (hiperecogénicos). Os fragmentos de OCD possuem, regra geral, contorno arredondado e suave e encontram-se frequentemente aderidos à membrana sinovial. Tanto os

fragmentos de cartilagem como os de OCD - vulgos "ratos" articulares - podem encontrar-se livres no espaço articular (RX e ECO) (Cauvin & Smith, 2014).

Os fragmentos de OCD são comuns nos boletos dos equinos, podendo estes apresentar mais do que um membro afetado. A crista sagital e côndilos do MCIII são mais frequentemente afetados, mas na zona DPr de F1 podem também formar-se fragmentos de etiologia semelhante - *OC-based fragments* (Kawcak & Barrett, 2016) - por vezes associados ao espessamento da prega sinovial proximal (Vanderperren & Saunders, 2009a).

Figura 12- Lesão ligeira de osteocondrose na crista sagital do metacarpiano III, imagem ecográfica, corte longitudinal (imagem adaptada de Cauvin & Smith, 2014).



CS. crista sagital do metacarpiano III; **F1.** primeira falange; nota-se um espessamento da cartilagem articular, coincidente com um aplanamento (*) focal do osso subcondral, estas alterações são normalmente assintomáticas.

Grevenhof et al. (2009) referiu as alterações registadas na zona dorso-proximal da CS como lesões de OC, enquanto Cauvin & Smith (2014) se referem especificamente à porção dorsal da CS, sublinhando que dorso-proximalmente as lesões de OC poderiam ocorrer, mas parassagitalmente, e não na crista propriamente dita. Mais recentemente, Kawcak e Barrett (2016) são assertivos ao afirmar que só dorso-distalmente se podem considerar lesões de OCD na CS; já relativamente às alterações DPr mencionadas, os autores defendem que estas não passam de variações da normalidade.

Na zona dorsal da crista sagital do MCIII, podem surgir na ECO e na RX sinais de OC como: aplanamento da crista sagital, concavidades, lesão do OSC (radioluciente e irregular) associada a esclerose “periférica” moderada a severa, para além da presença de fragmentos de OCD (Cauvin & Smith, 2014; Kawcak & Barrett, 2016; Butler et al. 2017b).

A um quadro de osteocondrose poderá sobrepor-se osteoartrite, o que contribuirá para agravar o processo de degradação da cartilagem articular e do OSC. Apesar de a ECO ser um meio

sensível, pode ser complicado diferenciar lesões associadas a OC de outras decorrentes de trauma, correspondentes a alterações secundárias de OA ou a quistos. Ainda assim, a ECO permite definir com precisão a extensão da lesão no OSC. Visto que a zona dorsal do boleto é a que mais frequentemente apresenta fragmentos radiopacos, pode ser igualmente desafiante chegar a um diagnóstico radiográfico definitivo, já que estes podem refletir: processos de ossificação ectópica ou de mineralização, fraturas e OCD (Cauvin & Smith, 2014; Vanderperren & Saunders, 2009).

Lesões designadas "*osseous cyst-like lesions*", semelhantes a quistos, traduzem-se frequentemente, numa fase inicial, por ligeiro aplanamento focal do OSC (Butler et al. 2017b), havendo inclusivamente alguns autores a considerar os próprios quistos uma manifestação de osteocondrose (Richardson, 2003). À semelhança de outras lesões, quando presentes quistos subcondrais pode não existir uma manifestação externa óbvia de alterações, apesar da identificação de dor e claudicação persistentes com origem no boleto. Outro cenário possível é o de os quistos corresponderem a situações subclínicas (Kawcak & Barrett, 2016; Butler et al. 2017b). Apesar de raramente surgirem no boleto, os quistos subcondrais podem afetar a zona distal dos côndilos do MCIII, surgindo defeitos localizados no OSC, coincidentes com anomalias na cartilagem articular. Esta última encontra-se espessada, tornando-se irregular e perdendo o seu aspeto anecogénico (ECO) (Cauvin & Smith, 2014). Nota-se uma radiolucência (RX), normalmente solitária e circunscrita, de forma (circular/oval) e tamanho variáveis, possivelmente com bordos escleróticos. Na sequência de um evento traumático, pode ser visível, nos côndilos do MCIII (mais frequentemente no medial) ou em F1, uma zona radiolucida no OSC, mas nestes casos mal definida. Os SP podem também apresentar este tipo de lesões (Vanderperren & Saunders, 2009a; Butler et al. 2017b).

2.5.3. Fraturas

As fraturas a nível do boleto são frequentemente o resultado final de um processo degenerativo articular crónico e possivelmente de acumulação de micro-fraturas, podendo ainda resultar de um episódio traumático agudo (normalmente associadas a um quadro clínico de dor e claudicação óbvias) (Kawcak & Barrett, 2016). Na ECO é detetável uma interrupção na interface hiperecogénica correspondente à superfície óssea. Fraturas agudas podem ser acompanhadas pela presença de líquido (anecogénico) com floculações (hipoecogénicas a ecogénicas) correspondentes a coágulos (Reef, 2003) e pela deteção de material

hiperecogénico associado a sombra acústica que denuncia a presença de um fragmento osteocondral (Denoix & Audigié, 2001). Numa RX pode não ser possível diferenciar *chips*, centros de ossificação separados e mineralização ectópica (Butler et al. 2017).

O diagnóstico de fraturas dos sesamóides é normalmente obtido no exame RX padrão, podendo ainda assim ser necessário realizar projeções específicas para visualizar satisfatoriamente todas as suas margens, nomeadamente as abaxiais (L50°Pr-MDiO *skyline* e vice-versa) (McIlwraith, 2002; Vanderperren & Saunders, 2009a). Os SP são local de inserção de vários ligamentos, cuja integridade deve ser avaliada ecograficamente (Kawcak & Barrett, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009a).

A hiperextensão do boleto força o contacto entre a porção dorso-distal do MCIII e a porção DPr de F1, comprimida pela primeira, surgindo fraturas de *stress* DPr em F1. A fragilização das margens articulares em casos de OA é outro possível fator predisponente para o desprendimento de *chips*; os quais podem ainda ser originários dos osteófitos marginais já formados (McIlwraith, 2002; Kawcak & Barrett, 2016). Na MCF, a localização mais comum dos *chips* articulares é a eminência proximal dorso-medial de F1, não é raro esta lesão apresentar-se bilateralmente e os cavalos poderão nunca apresentar claudicação evidente (Richardson, 2003). Em alguns casos, os fragmentos dorso-proximais em F1 parecem ter origem semelhante à dos de OCD: em F1 não se observam sinais de trauma/fratura e normalmente não se desenvolvem outros sintomas de doença articular, apesar de o OSC poder apresentar um ligeiro defeito localizado (McIlwraith, 2002; Cauvin & Smith, 2014).

A maioria dos autores assume a possibilidade de uma origem traumática quando os fragmentos ósseos se localizam palmarmente (RX, ECO) (Grevenhof et al, 2009; McIlwraith, 2002), no entanto, não existe consenso relativamente à etiologia nesta localização, com alguns autores a defender uma relação com a osteocondrose/DOD (Kawcak & Barrett, 2016; Butler et al. 2017b; Grondahl, 1992). Os membros posteriores são tendencialmente mais afetados (Butler et al. 2017b) e na maioria dos casos estes fragmentos são assintomáticos, inclusivamente à manipulação do boleto, constituindo achados radiográficos (Richardson, 2003). As projeções radiográficas mais adequadas para avaliação destes fragmentos são oblíquas: D45°L-Pa(Pl)MO e D45°M-Pa(Pl)LO (convencionais); outras referidas na bibliografia são a D25°Pr70°L-Pa(Pl)DiMO, D15°Pr20°L-PDiMO e vice-versa (elevadas) (McIlwraith, 2002; Kawcak & Barrett, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009a).

2.5.4. Sesamoidite e entesopatias nos ossos sesamóides proximais

Os fatores que se pensam estar na origem de sesamoidite são mecânicos e circulatórios (Vanderperren & Saunders, 2009a). Muitas vezes, o grau de alteração dos ossos sesamóides proximais na RX não coincide com a gravidade dos sinais clínicos (Butler et al. 2017b). As alterações radiográficas (RX, D45°L-Pa(Pl)MO e vice-versa) frequentemente associadas a sesamoidite são: presença de canais vasculares de grande diâmetro (igual ou superior a 2mm) ou de perfil irregular, com perda de paralelismo das suas margens, trabeculação óssea irregular ou de aspeto heterogêneo, proliferação óssea nas margens abaxiais, apicais ou distais dos sesamóides e ainda a presença de radiolucências focais. A própria forma, tamanho e contorno dos SP pode encontrar-se alterada (Butler et al. 2017b; Kawcak & Barrett, 2016). O exame ecográfico deve fazer-se com especial atenção ao avaliar as estruturas do aparelho suspensor do boleto (Vanderperren & Saunders, 2009a).

Ao entesopatias destas estruturas podem identificar-se através de zonas de reabsorção óssea (radiopacidade/ecogenicidade reduzida) ou de proliferação óssea (radiopacidade/ecogenicidade aumentada ou contorno irregular) (Kawcak & Barrett, 2016).

2.6. Diagnóstico radiográfico e ecográfico de lesões nos tecidos moles do boleto

A identificação precisa do tipo, localização e extensão de uma determinada lesão nos tecidos moles (de origem traumática, crónica, degenerativa ou até séptica) é normalmente conseguida com recurso à ECO (Denoix et al. 1996; Seignour et al. 2012; Werpy & Axiak, 2013; Bastiani et al. 2014). No caso dos tendões e ligamentos dos membros distais dos equinos, as lesões são comuns (Denoix, 1994), ocorrendo frequentemente a nível bilateral, com maior gravidade num dos membros (Smith, 2008).

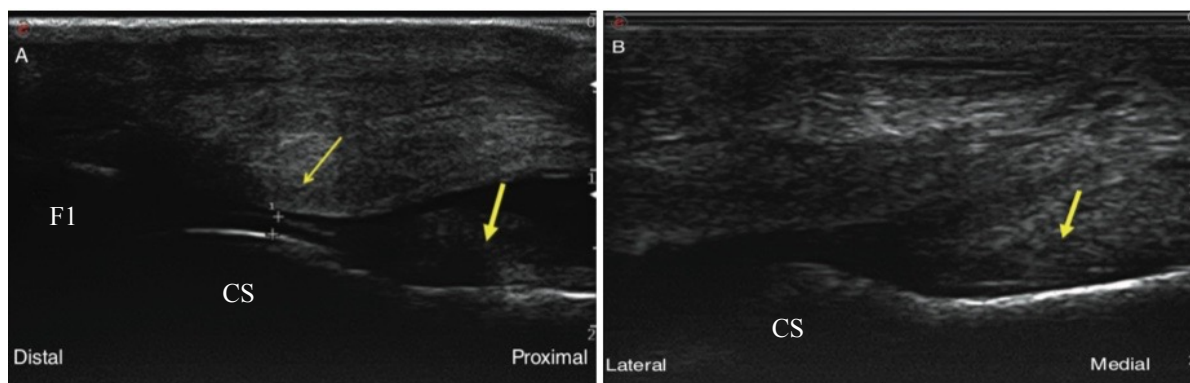
Alterações ósseas/articulares secundárias a problemas nos tecidos moles podem também ser detetadas com a RX, mas o diagnóstico é tardio: enteseófitos, osteófitos, zonas de reabsorção óssea e diminuição do espaço articular (Kawcak & Barrett, 2016). A maioria das alterações visíveis ao RX, nos tecidos moles propriamente ditos, refletem situações crónicas e constituem essencialmente processos de mineralização (Butler et al. 2017).

2.6.1. Sinovite e capsulite

Sinovite e capsulite consistem, respetivamente, na inflamação da membrana sinovial e respetivo espessamento e na inflamação da cápsula articular. Estas duas condições surgem várias vezes associadas, podendo verificar-se: aumento da temperatura, efusão e dor à flexão (Richardson, 2003). O desenvolvimento de sinovite é transversal à maioria das doenças articulares (Cauvin & Smith, 2014) detetando-se na ECO espessamento das estruturas membranares sinoviais (plica, pregas e vilosidades) e distensão dos recessos por LS anecogénico (Vanderperren & Saunders, 2009). A acumulação de LS intra-articular denomina-se efusão articular. A projeção DP (RX) é a mais adequada para detetar efusão articular na MCF, no entanto a magnitude da distensão capsular é mais facilmente apreciável nas projeções LM (Lawson et al. 2012), bem como a presença de edema dos tecidos moles (Vanderperren & Saunders, 2009).

Sinovite e capsulite persistentes podem desencadear processos degenerativos articulares. Quando a sinovite é crónica, ocorre proliferação da membrana sinovial (Fig. 13) (Vanderperren & Saunders, 2009). A RX pode detetar alterações articulares associadas a situações crónicas de sinovite, o que não acontece em casos agudos (à excepção da efusão).

Figura 13- Imagens ecográficas de um bolete com sinovite crónica (recesso dorsal), cortes sagittais longitudinal (A) e transversal (B) (imagem adaptada de Cauvin & Smith, 2014).



CS. crista sagittal do metacarpiano III; F1, primeira falange; a membrana sinovial aparece mais ecogénica e arredondada que o normal (seta fina) e plica mais espessada (seta grossa).

Dorso-proximalmente à CS do MCIII, pode surgir uma depressão óssea arredondada, de contorno suave e radiopacidade diminuída. Fatores como a conformação, fadiga e trauma repetitivo resultante da extrema hiperextensão do bolete durante o exercício, promovem uma resposta inflamatória crónica da plica - sinovite crónica hipertrófica. A referida zona côncava, também detetável com a ECO, resulta de reabsorção óssea focal, consequência direta do

aumento da pressão exercida pela membrana hiperplásica e hipertrófica (Cauvin & Smith, 2014; Kawcak & Barrett, 2016). Os enteseófitos (RX, ECO) surgem nas zonas de inserção dorsal da cápsula articular, quer a nível proximal, em que se verifica um aumento focal da radiopacidade/ecogenicidade ou irregularidade da superfície óssea no MCIII; quer a nível distal em F1 (muito comum), na zona de fusão com o tendão extensor. Nas zonas de inserção dos ligamentos colaterais também podem formar-se enteseófitos (Kawcak & Barrett, 2016; Cauvin & Smith, 2014; Denoix & Audigié, 2001).

2.6.2. Rutura e desmite dos ligamentos colaterais do boleto

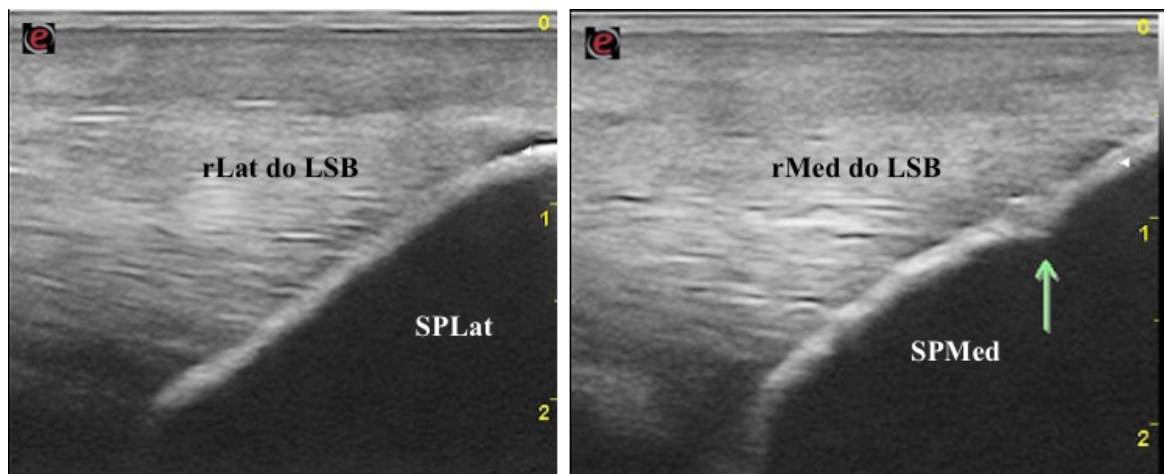
Em caso de entorse, verifica-se o aparecimento rápido de edema, dor e calor (Butler et al. 2017). Os LC do boleto podem sofrer ruturas totais ou parciais (Cauvin & Smith, 2014), ao longo do ligamento ou a nível da sua inserção (Vanderperren & Saunders, 2009), podendo observar-se claudicação severa e edema na zona abaxial da articulação MC/TF. Em casos de desmite dos LC, pode ser localizada dor na região do boleto, sem edema óbvio e com bloqueio intra-articular negativo (Butler et al. 2017b). Em casos de rutura total o desenvolvimento de doença degenerativa articular severa é inevitável (sinovite, osteófitos periarticulares, lesões da cartilagem) (Denoix & Audigié, 2001). É possível que a rutura total de um dos LC da MCF esteja associada a desmite do LC contralateral; esta, por sua vez, frequentemente associada a fraturas de avulsão (RX e ECO). Radiografias sob *stress* (medio-lateral ou latero-medial) poderão revelar laxidão articular e, menos frequentemente, luxação ou subluxação da articulação (Cauvin & Smith, 2014; Tenney & Whitcomb, 2008).

A rutura parcial de um ligamento desencadeará um processo inflamatório (desmite), diagnosticável com a ECO: espessamento do LC, halo hipocogénico (edema periligamentar), perda de ecogenicidade (difusa ou focal) e perda do padrão linear das suas fibras (Butler et al. 2017b). As alterações ósseas (ECO e RX) que podem acompanhar situações de desmite dos LC serão detetadas na sua inserção proximal (MCIII) ou distal (F1): proliferação óssea, focos de lise óssea, fragmentos de avulsão e fraturas incompletas (Kawcak & Barrett, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009).

2.6.3. Desmite dos ramos do ligamento suspensor do boleto

Os ramos lateral e medial (mais frequentemente) do ligamento suspensor do boleto são vulneráveis à ocorrência de lesões e as suas alterações ecográficas devem ser interpretados criticamente. Quando os equinos apresentam claudicação derivada de lesões nos ramos do LSB, as alterações ecográficas mais frequentemente identificadas são: espessamento do LSB, associado ou não a espessamento tecidual peri-ligamentar, fragmentos de avulsão dos SP, zonas de descontinuidade das fibras do ligamento e ainda entesiopatia moderada a severa (Fig. 14). A avaliação articular (RX e ECO) deve abordar a porção distal dos metacarpianos rudimentares (fraturas, alteração da forma) e os SP (fraturas, irregularidade óssea apical ou abaxial, mineralização ou lesões quísticas de sesamoidite), para detetar lesões concomitantes (Kawcak & Barrett, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009; Butler et al. 2017c). Lesões antigas (incluindo mineralização), não associadas a sinais clínicos no momento do exame, podem ainda assim conferir aos ramos do LSB ou às suas zonas de inserção uma aparência alterada (Kawcak & Barrett, 2016).

Figura 14- Imagens ecográficas (corte longitudinal) da zona de inserção dos ramos lateral e medial do ligamento suspensor do boleto da mesma articulação metatarsofalângica, no ápex dos ossos sesamóides proximais.



À esquerda: o osso sesamóide lateral (SPLat) apresenta uma superfície óssea regular, e as fibras do ramo lateral (rLat) do ligamento suspensor do boleto (LSB) estão normais; **à direita:** no osso sesamóide proximal medial (SPMed) é visível uma zona de remodelação óssea (seta), diminuição da ecogenicidade e desorganização das fibras do ramo medial (rMed) do LSB.

2.6.4. Desmite do ligamento intersesamoideu

Em casos de desmite do LIS o cavalo apresentará claudicação severa, podendo observar-se com a ECO: perda do padrão linear (corte transversal), zonas de menor ecogenicidade, fragmentos ósseos devido a fraturas de avulsão (ocasionalmente), aumento de espessura do ligamento, ligeiro afastamento dos ossos sesamóides e irregularidade óssea (osteíte) nas margens axiais dos sesamóides (Cauvin & Smith, 2014). Em situações crónicas de desmite, o LIS pode diminuir de espessura ou sofrer rutura total e apresentar pontos hiperecogénicos (mineralização ou fibrose) (Kawcak & Barrett, 2016).

Osteomielite e fraturas dos SP podem ser acompanhadas por rutura do LIS. Tendo em conta que a identificação de desmopatia do LIS é facilitada não só pela comparação com o membro contralateral, mas principalmente pela deteção de alterações marginais axiais dos SP, é possível que esta condição seja subdiagnosticada, quando não se verificam alterações ósseas (Kawcak & Barrett, 2016; Vanderperren & Saunders, 2009a).

III. AVALIAÇÃO ECOGRÁFICA E RADIOGRÁFICA *POST MORTEM* DO BOLETO DE EQUINOS

No contexto da presente dissertação, foram analisados dados obtidos na sequência da realização de um estudo composto por dois protocolos experimentais independentes, denominados “Validação” e “Comparação”. O primeiro visou validar o exame ecográfico *post mortem* das articulações metacarpofalângica/metatarsofalângica (boleto) de equinos, pela comparação de exames realizados *ante mortem* (AM) e *post mortem* (PM). O segundo procurou comparar os resultados obtidos com a ecografia (ECO) e a radiografia (RX) na avaliação de boletos *post mortem*. Em ambos os protocolos, foram avaliadas (0-3) as lesões de remodelação óssea (RO) e osteófitos (OS), típicas de OA. Definiram-se 7 regiões articulares distintas, para as quais se calculou a severidade das lesões (Sev) e a extensão das lesões (Ext) de remodelação óssea e dos osteófitos, em cada articulação.

I - VALIDAÇÃO (VAL) - Comparação dos exames ecográficos *ante* e *post mortem* do bolete.

II - COMPARAÇÃO (COMP) - Comparação dos exames ecográfico e radiográfico *post mortem* do bolete.

1. Objectivos

I - VAL - confirmação da hipótese: a avaliação ecográfica PM de lesões de remodelação óssea e osteófitos na articulação do bolete é concordante com a avaliação ecográfica AM.

II - COMP - confirmação das seguintes hipóteses: a) a ecografia é um meio potencialmente mais sensível que a radiografia, na avaliação de lesões de RO e de OS da articulação metacarpofalângica (MCF)/metatarsofalângica (MTF); b) o grau de correlação para os parâmetros de severidade de lesão (Sev) e extensão de lesão (Ext), entre as avaliações radiográfica e ecográfica do bolete, pode variar dependendo: do tipo de alteração óssea a avaliar, do osso a avaliar e da região específica a avaliar.

2. Materiais e métodos

2.1. População

I - VAL - Avaliaram-se ecograficamente, *ante* e *post mortem*, 13 articulações (7 MCF e 6 MTF) de 4 equinos, com idades compreendidas entre 17 e 27 anos (24 anos em média); os quais foram eutanasiados perante a impossibilidade de garantir o bem-estar animal.

II - COMP - Avaliaram-se 42 articulações (22 MCF e 20 MTF) de 11 equinos *post mortem*, ecográfica e radiograficamente. Os equinos utilizados tinham entre 4 e 27 anos (17,4 anos em média).

Os critérios de exclusão utilizados, para ambos os protocolos experimentais, foram a presença de feridas ou alterações cutâneas a nível do boleto, equinos com idade inferior a três anos e animais cuja eutanásia fosse urgente e/ou inadiável por motivos de bem-estar animal (no caso da Validação). Todos os membros examinados *post mortem* (num período não superior a 6h) pertenciam cavalos eutanasiados ou abatidos em matadouro, por motivos não relacionados com este estudo. As histórias clínicas dos animais em causa não se encontravam disponíveis.

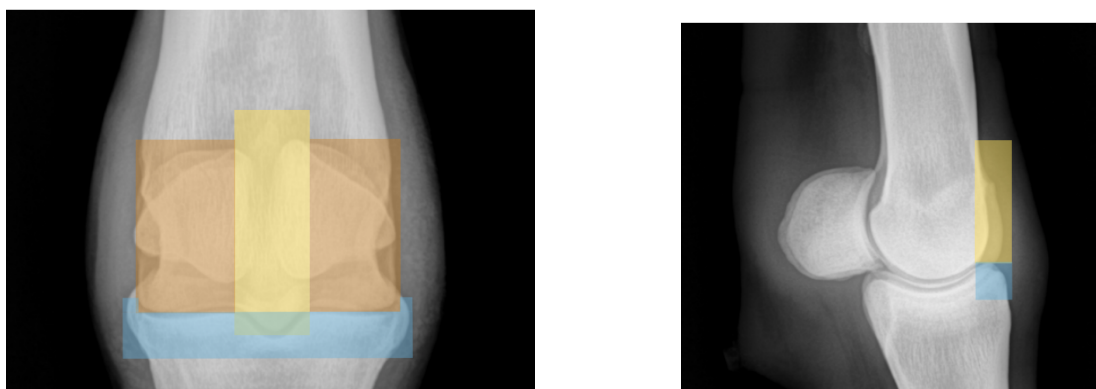
2.2. Avaliação imagiológica

2.2.1. Exame ecográfico

Em ambos os protocolos experimentais, VAL e COMP, as articulações MC/TF foram avaliadas ecograficamente com o membro em apoio:

- a) Abordagem dorsal (Figura 15) - zona da crista sagital do metacarpiano/metatarsiano III (MC/TIII) e zona dorsoproximal à crista sagital (CS) (englobadas na região a amarelo); zonas marginal e central dos côndilos lateral e medial do MC/TIII (na região a castanho); e zonas dorsal, dorso-lateral e dorso-medial da margem articular proximal da primeira falange (F1) (na região a azul); no protocolo COMP, realizou-se a flexão do boleto para avaliar a crista (região a amarelo) e os côndilos (região a castanho) dorso-distalmente.

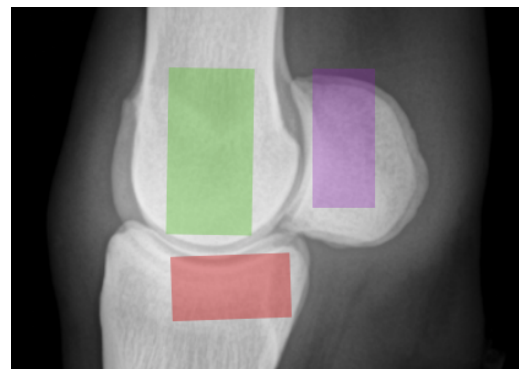
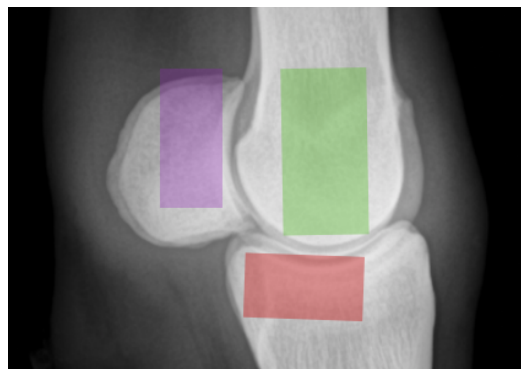
Figura 15- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações metacarpofalângica/metatarsofalângica, a nível dorsal (na imagem à esquerda, medial está à esquerda).






	região da crista sagital dorsal (CSD) do MC/TIII (MIII)	MIII-CSD
	região dorsal dos côndilos (DC) do MC/TIII (MIII)	MIII-DC
	região dorso-proximal (D) da primeira falange (F1)	F1-D

- b) Abordagem palmar/plantar lateral/medial (Figura 16)- zonas de inserção proximal (englobada na região a verde) e distal (englobadas na região a vermelho) dos ramos superficial e profundo dos ligamentos colaterais das articulações MC/TF; zona de inserção dos ramos lateral e medial do ligamento suspensor do bolete, no ápex dos ossos sesamóides proximais (englobadas na região a lilás).

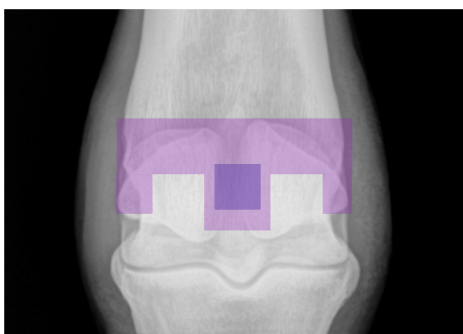
Figura 16- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações metacarpofalângica/metatarsofalângica, a nível palmar/plantar lateral/medial.



	região da inserção proximal dos ligamentos colaterais (CL) do bolete no MC/TIII (MIII)	MIII-CL
	região da inserção distal dos ligamentos colaterais (CL) do bolete na primeira falange (F1)	F1-CL
	região dos ossos sesamóides proximais (SP-SES)	SP-SES

- c) Abordagem palmar/plantar (Figura 17)- zonas de inserção do LIS nas margens axiais dos SP (englobadas na região a lilás); zonas de inserção do LAP nas margens palmaro-abaxiais dos SP (englobadas na região a lilás) e a crista sagital palmar/plantar do M/CTIII, esta última só no protocolo VAL (englobadas na região a roxo).

Figura 17- Esquema representativo das regiões avaliadas nas articulações do bolete, a nível palmar/plantar (na imagem ao centro, medial está para a esquerda).



	região da crista sagital palmar/plantar (CSP) do MC/TIII (MIII)	MIII-CSP*
	região dos ossos sesamóides proximais (SP-SES)	SP-SES

* região apenas avaliada no estudo VAL

Para cada zona avaliada, gravaram-se duas imagens, correspondentes aos cortes transversal e longitudinal. Todas as imagens foram posteriormente classificadas por um médico veterinário, de forma independente, isto é, sem consultar as imagens correspondentes do exame ecográfico AM/PM, no caso do protocolo experimental VAL; ou do exame radiográfico *post mortem*, no caso do protocolo experimental COMP.

2.2.2. Exame radiográfico

No protocolo experimental Comparação, obtiveram-se as projeções consideradas padrão para a avaliação do boleto: DP, LM, D45°L-Pa(Pl)MO e D45°M-Pa(Pl)LO (Figura 18). Adicionalmente, duas outras projeções foram realizadas: LM em flexão e D70°Pr-DDiO *skyline* em flexão (Fig. 18). Todas as imagens radiográficas foram classificadas por um outro médico veterinário, também de forma independente.

Foram avaliadas as mesmas zonas referidas para o exame ecográfico, tendo sido consideradas as mesmas regiões articulares, representadas nos esquemas das Figuras 15, 16 e 17.

Figura 18- Projeções obtidas no protocolo experimental Comparação, para avaliação radiográfica da articulação do boleto.



A) projeção DPl; B) projeção LM; C) projeção D45°M-PaLO; D) projeção LM em flexão; E) projeção D70°Pr-DDiO skyline em flexão.

2.3. Realização dos exames

I - VAL - Para a preparação dos exames ecográficos realizou-se tricotomia da porção distal dos membros e lavagem com água morna e sabão azul e branco, seguida de colocação de gel de ecografia. Nos casos em que se considerou necessário, realizou-se sedação com detomidina (0,01-0,02 mg/kg) e butorfanol (0,02-0,04 mg/kg). Após a realização do exame *ante mortem*, os cavalos foram eutanasiados. Para a realização do exame *post mortem*, os membros torácicos foram seccionados na região do carpo e os pélvicos na região do tarso, tendo sido devidamente identificados.

II - COMP - Os membros foram seccionados tendo-se realizado tricotomia e lavagem. Primeiro realizou-se o exame radiográfico, de seguida colocou-se gel de ecografia e realizou-se o exame ecográfico.

2.3.1. Exame ecográfico

Utilizou-se o ecógrafo ESAOTE, *Mylab Delta* e a sonda linear SL 1543 (3-13MHz), em ambos os protocolos, VAL (exames *ante e post mortem*) e COMP (*post mortem*). Os parâmetros utilizados para avaliar as diferentes estruturas foram adaptados para otimizar a qualidade da imagem ecográfica e os exames foram realizados de forma sequencial e sistemática.

2.3.2. Exame radiográfico

O equipamento utilizado para a realização do exame radiográfico do protocolo experimental COMP foi o sistema de radiografia digital direta *Clarox*, tendo-se utilizado o *software* de aquisição e processamento de imagens PACS. As constantes utilizadas foram 70kV e 2,5mA. Os exames radiográficos foram realizados de forma sequencial e sistemática.

2.4. Interpretação dos achados imagiológicos

Em ambos os estudos, VAL e COMP, avaliou-se a presença de dois tipos de lesão: remodelação óssea (RO) e osteófitos (OS).

Consideraram-se alterações de remodelação óssea (RO) irregularidades na superfície óssea, correspondentes a elevações ou depressões. Todas as lesões de RO foram classificadas, nas imagens radiográficas e ecográficas, segundo a seguinte escala subjetiva (0-3), consoante o respetivo grau de irregularidade: 0=normal, 1=ligeiro, 2=moderado, 3=severo (escala adaptada para ECO de Trumble, Brown, Merritt et Billinghamurst, 2008).

Consideraram-se osteófitos proliferações do osso subcondral, com projecção para o espaço articular, pontiagudas e/ou irregulares, presentes nas margens articulares dorso-distais dos côndilos do MC/III e dorso-proximais de F1 (osteófitos marginais) ou na superfície articular dorsal dos côndilos do MC/III (osteófitos centrais). Todos os osteófitos detetados, nas imagens radiográficas e ecográficas, foram classificados subjetivamente segundo o seu tamanho, utilizando a seguinte escala (0-3): 0=nenhum, 1=pequeno, 2=médio, 3=grande (escala adaptada para ECO de Trumble et al. 2008).

Tabela 1- Regiões da articulação do boleto consideradas nos protocolos experimentais Validação e Comparação, para os diferentes ossos (combinação osso-região) e respectivas zonas avaliadas em cada uma das regiões, para a presença de lesões de remodelação óssea e osteófitos.

Combinação Osso-Região	Zonas avaliadas para Remodelação Óssea	Combinação Osso-Região/ Lesão	Zonas avaliadas para Osteófitos	Combinação Osso-Região/ Lesão
MIII-CSD	-crista sagital dorsal -dorso-proximal à crista sagital	MIII-CSD/RO	x	x
MIII-DC	-dorsal do côndilo lateral -dorsal do côndilo medial	MIII-DC/RO	-marginal do côndilo lateral dorsal -central do côndilo lateral dorsal -marginal do côndilo medial dorsal -central do côndilo medial dorsal	MIII-DC/OS
MIII-CL	-inserção do ramo superficial do LCL -inserção do ramo profundo do LCL -inserção do ramo superficial do LCM -inserção do ramo profundo do LCM	MIII-CL/RO	x	x
MIII-CSP*	-crista sagital palmar	MIII-CSP/RO	x	x
F1-D	-dorso-proximal sagital -dorso-proximal lateral -dorso-proximal medial	F1-D/RO	-dorso-proximal sagital -dorso-proximal lateral -dorso-proximal medial	F1-D/OS
F1-CL	-inserção do ramo superficial do LCL -inserção do ramo profundo do LCL -inserção do ramo superficial do LCM -inserção do ramo profundo do LCM	F1-CL/RO	x	x
SP-SES	-inserção do LIS -inserção do ramo lateral do LSB -inserção do ramo medial do LSB -inserções do LAP	SP-SES/RO	x	x

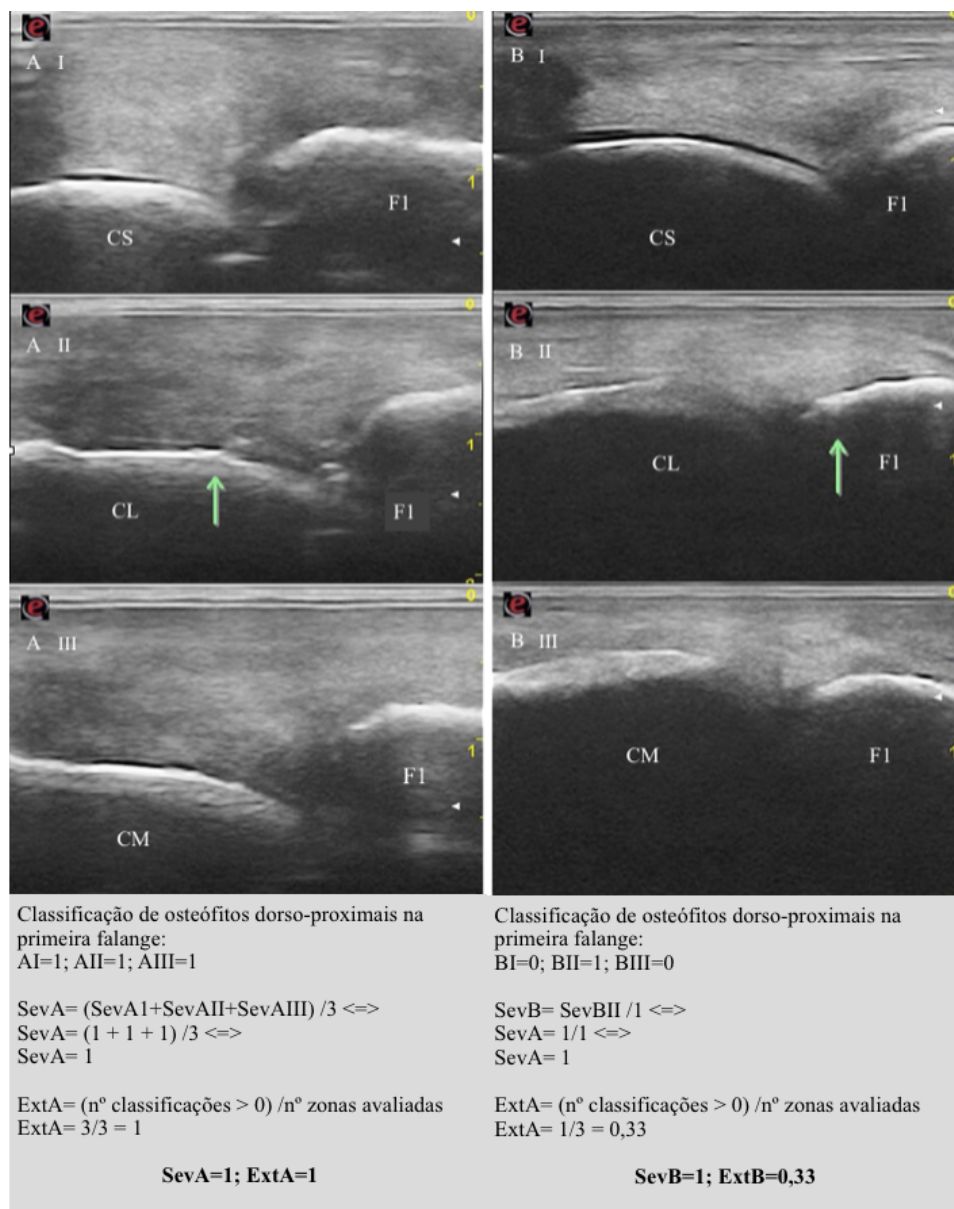
MIII-CSD. região da crista sagital dorsal (CSD) do MC/TIII (MIII); **MIII-DC.** região dorsal dos côndilos (DC) do MC/TIII; **MIII-CL.** região da inserção proximal dos ligamentos colaterais (CL) do boleto no MC/TIII; **MIII-CSP.** região da crista sagital palmar/plantar (CSP) do MC/TIII; **F1-D.** região dorso-proximal (D) da primeira falange (F1); **F1-CL.** região da inserção distal dos ligamentos colaterais (CL) do boleto na primeira falange; **SP-SES.** região dos ossos sesamóides proximais (SP-SES); **RO.** lesão de remodelação óssea; **OS.** lesão de osteófitos.

*região avaliada apenas no protocolo experimental Validação; x- não avaliado

Consideraram-se 7 regiões distintas da articulação MC/TF, cada uma delas incluindo várias zonas avaliadas nos exame radiográfico e ecográfico, como indicado na Tabela 1. Para cada região, por tipo de lesão, foram calculados dois parâmetros: severidade de lesão (Sev) e extensão de lesão (Ext).

A Sev definiu-se como sendo a média das classificações (maiores do que zero) de determinado tipo de lesão, em determinada região. A Ext definiu-se como sendo a razão entre o número de zonas com alteração (com a classificação maior que 0) e o número total de zonas avaliadas, dentro de uma determinada região (Fig. 19).

Figura 19- Imagens ecográficas (corte longitudinal) obtidas para avaliar os osteófitos na região dorso-proximal da primeira falange, a nível sagital (I), lateral (II) e medial (III), nos casos A e B e demonstração do cálculo da severidade e da extensão das lesões.



F1. primeira falange; **CS.** crista sagital do metacarpiano/metatarsiano III; **CL.** côndilo lateral do metacarpiano/metatarsiano III; **CM.** côndilo medial do metacarpiano/metatarsiano III.

2.5. Análise de dados

Para efeitos da análise estatística, foram consideradas 7 regiões da articulação MC/TF (Tabela 1) (Figuras 15, 16 e 17). No estudo VAL avaliaram-se as 7 regiões mencionadas, sendo que no estudo COMP apenas 6 regiões foram avaliadas, não tendo sido avaliada a região da crista sagital palmar do MC/THI.

A análise estatística dos dados foi efectuada com o programa SAS (versão 9.4) - *Statistical Analysis Software*. Cada observação correspondeu a uma combinação cavalo-membro-osso-região-lesão.

I - VAL - Utilizou-se o Proc CORR (SAS) para estimar as correlações entre as classificações de extensão e de severidade das lesões atribuídas AM e PM a cada articulação: a nível global, por tipo de lesão (RO ou OS), por região de cada osso, para os membros torácicos e para os pélvicos. Consoante o valor do coeficiente de correlação (r), considerou-se a correlação: fraca quando $0 \leq r < 0,30$, moderada quando $0,30 \leq r < 0,50$ e forte quando $0,50 \leq r < 1$.

A discrepância entre as classificações AM e PM, tanto da extensão como da severidade das lesões, foi avaliada pela distribuição de frequências das classificações atribuídas (a cada cavalo-membro-osso-região-lesão), tendo para isso sido utilizado o Proc FREQ do SAS. Uma terceira distribuição de frequências foi realizada considerando os casos em que Sev=1 como sendo Sev=0. Definiram-se os seguintes intervalos de valores, para o estudo de distribuição de frequências:

II - COMP - Estimou-se a correlação (Proc CORR do SAS) entre as classificações de exten-

- extensão de lesão (Ext)

- severidade de lesão (Sev)

a) Ext = 0,00

A) Sev = 0,00

b) $0,00 < \text{Ext} \leq 0,25$

B) $0,00 < \text{Sev} \leq 1,50$

c) $0,25 < \text{Ext} \leq 0,50$

C) $1,50 < \text{Sev} \leq 2,50$

d) $0,50 < \text{Ext} \leq 0,75$

D) $2,50 < \text{Sev} \leq 3,00$

e) $0,75 < \text{Ext} \leq 1,00$

são e de severidade das lesões atribuídas pela RX e pela ECO a cada articulação: a nível global, por tipo de lesão (RO ou OS), por osso, por região de cada osso e por tipo de lesão na região em causa.

Uma segunda análise foi realizada para averiguar se um dos métodos, RX ou ECO, tendeu a ser mais penalizador que outro e se esta divergência se verificou sobretudo em determinada região ou para determinado tipo de lesão (RO ou OS). Para isso, utilizou-se um modelo linear em que a variável de resposta foi a classificação atribuída a determinada lesão, em termos de extensão ou severidade, tendo-se considerado o fator “método de avaliação” (RX ou ECO) no modelo estatístico. Utilizando o Proc GLM do SAS obtiveram-se as correspondentes médias ajustadas (LSMeans) para os parâmetros extensão e severidade das lesões, consoante o método de avaliação (RX ou ECO), considerando: a globalidade das observações (todas as combinações cavalo-membro-osso-região-lesão); separadamente cada um dos tipos de lesão avaliados (RO e OS); separadamente cada região articular avaliada, consoante o tipo de lesão (cada uma das combinações osso-região-lesão).

Por fim, de maneira a avaliar a discrepância entre as classificações de severidade e extensão das lesões obtidas nos exames radiográfico e ecográfico realizou-se: 1) distribuição de frequências das classificações atribuídas (a cada cavalo-membro-osso-região-lesão) por cada método (Proc FREQ do SAS); 2) cálculo da diferença das classificações atribuídas (a cada cavalo-membro-osso-região-lesão) pela RX e pela ECO (classificação da RX - classificação da ECO), e obteve-se a respetiva distribuição (Proc UNIVARIATE do SAS).

3. Resultados

No protocolo experimental Validação verificou-se um elevado grau de correlação ($r > 0,50$) tanto entre as classificações de extensão das lesões atribuídas AM e PM, como entre as classificações de severidade das lesões atribuídas AM e PM, quer para os osteófitos (OS, n=26) quer para a remodelação óssea (RO, n=91) (Tabela 2).

Tabela 2- Coeficientes de correlação para as classificações atribuídas nos exames ecográficos *ante e post mortem*, no protocolo experimental Validação, para os parâmetros de extensão e severidade de lesão, considerando: o tipo de lesão, as diferentes regiões dos vários ossos, os membros torácicos e os pélvicos ^a.

Categoria	Denominação ^b	Número de observações	Coeficiente de correlação	
			Extensão de lesão	Severidade de lesão
Lesão	RO	91	0,851	0,764
	OS	26	0,833	0,675
Osso-Região	MIII-CSD	13	0,732	0,779
	MIII-DC	26	0,804	0,775
	MIII-CL	13	0,824	0,824
	F1-D	26	0,893	0,737
	SP-SES	13	0,788	0,605
Membro	MT	63	0,849	0,662
	MP	54	0,853	0,822

^a coeficientes de correlação com valor absoluto superior a 0,30 são significativos para $p < 0,05$.

^b **RO.** remodelação óssea; **OS.** osteófitos. **Regiões:** **MIII-CSD.** da crista sagital dorsal do metacarpiano/metatarsiano III; **MIII-DC.** dorsal dos côndilos do metacarpiano/metatarsiano III; **MIII-CL.** da inserção proximal dos ligamentos colaterais do boleto; **F1-D.** dorso-proximal da primeira falange; **SP-SES.** dos ossos sesamóides proximais; **MT.** membros torácicos; **MP.** membros pélvicos.

Nas regiões MIII-CSD, MIII-DC, MIII-CL, F1-D e SP-SES, verificou-se também um elevado grau de correlação entre as classificações dos exames AM e PM, tanto para o parâmetro Ext, como para o parâmetro Sev (Tabela 2). Considerando apenas os membros torácicos, no protocolo experimental VAL, verificou-se um elevado grau de correlação entre as classificações


dos exames AM e PM tanto para a Ext como a Sev das lesões; o que também se verificou para os membros pélvicos (Tabela 2).

Tabela 3- Distribuição de frequências das classificações da extensão das lesões, nos exames ecográficos *ante* e *post mortem*, do protocolo experimental Validação (n=117).

PM \ AM	a	b	c	d	e	Total
a	69	3	2	0	0	74
%	58,97	2,56	1,71	0,00	0,00	63,25
b	2	5	5	0	0	12
%	1,71	4,27	4,27	0,00	0,00	10,26
c	8	0	10	0	1	19
%	6,84	0,00	8,55	0,00	0,85	16,24
d	0	0	1	1	1	3
%	0,00	0,00	0,85	0,85	0,85	2,56
e	0	0	1	1	7	9
%	0,00	0,00	0,85	0,85	5,98	7,69
Total	79	8	19	2	9	117
%	67,52	6,84	16,24	1,71	7,69	100,00

AM- *ante mortem*; PM- *post mortem*

a) Ext=0,00; b) $0,00 < \text{Ext} \leq 0,25$; c) $0,25 < \text{Ext} \leq 0,50$; d) $0,50 < \text{Ext} \leq 0,75$; e) $0,75 < \text{Ext} \leq 1,00$

 classificação da extensão das lesões no mesmo intervalo.

Em 92 casos/observações (78,63%; n=117), os valores da extensão da lesão nos exames AM e PM caíram nos mesmos intervalos, sendo que em 69 (58,97% do total) destes casos a extensão de lesão foi 0 em ambos os exames (Tabela 3).

Tabela 4- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões, nos exames ecográficos *ante e post mortem*, do protocolo experimental Validação (n=117).

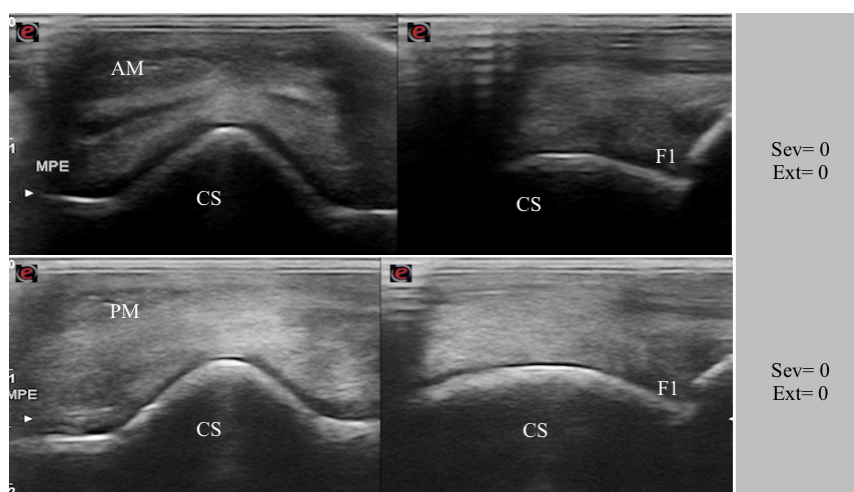
PM \ AM	A	B	C	D	Total
A	69	4	1	0	74
%	58,97	3,42	0,85	0,00	63,25
B	10	24	3	0	12
%	8,55	20,52	2,56	0,00	10,26
C	0	2	4	0	19
%	0,00	1,71	3,42	0,00	16,24
D	0	0	0	0	3
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Total	79	30	8	0	117
%	67,52	25,64	6,84	0,00	100,00

AM- ante mortem; PM- post mortem

A) Sev=0,00; B) 0,50<Sev≤ 1,50; C) 1,50<Sev≤ 2,50; D) 2,50<Sev≤ 3,00

	classificação da severidade das lesões no mesmo intervalo
	classificações de severidade de lesão em intervalos consecutivos

Figura 20- Imagens obtidas no protocolo Validação, na região MIII-CSD, no exame ecográfico *ante e post mortem* do membro pélvico esquerdo do mesmo animal, para avaliação da remodelação óssea (corte transversal à esquerda e longitudinal à direita).



AM. ante mortem; PM. post mortem; MPE. membro pélvico esquerdo; CS. crista sagital do metatarsiano III; F1. primeira falange; Sev. severidade de lesão; Ext. extensão de lesão.

Já relativamente ao parâmetro Sev, no protocolo experimental VAL, os valores caíram nos mesmos intervalos em 97 casos (82,91%; n=117), sendo que em 69 destes casos (58,97% do total) a severidade da lesão foi 0, tanto no exame AM como no PM (Fig. 20) (Tabela 4).

Tabela 5- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões nos exames ecográficos *ante* e *post mortem* do protocolo experimental Validação, considerando as classificações Sev=1 como sendo equivalentes a Sev=0.

AM \ PM	A	B	C	D	Total
A	100	2	3	0	105
%	85,47	1,71	2,56	0,00	89,74
B	1	4	1	0	6
%	0,85	3,42	0,85	0,00	5,13
C	2	0	4	0	6
%	1,71	0,00	3,42	0,00	5,13
D	0	0	0	0	0
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	103	6	8	0	117
%	88,03	5,13	6,84	0,00	100,00

AM- *ante mortem*; **PM-** *post mortem*

A) Sev=0,00; **B)** $0,50 < \text{Sev} \leq 1,50$; **C)** $1,50 < \text{Sev} \leq 2,50$; **D)** $2,50 < \text{Sev} \leq 3,00$

	classificação da severidade das lesões no mesmo intervalo
	classificações de severidade de lesão em intervalos consecutivos

No protocolo VAL, considerando que alterações ecográficas classificadas com grau de severidade 1, muito ligeiras, poderiam ser eventualmente classificadas com grau de severidade 0, uma segunda análise de frequências foi realizada assumindo “se Sev=1 então Sev=0” (Tabela 5), tendo o número de casos cujos valores de Sev caíram no mesmo intervalo nos exames AM e PM subido para 108 (92,31%), registando-se apenas 9 casos discordantes (Tabela 5).

Tabela 6- Coeficientes de correlação para as classificações atribuídas à extensão e severidade das lesões nos exames radiográfico e ecográfico *post mortem*, no protocolo experimental Comparação, por tipo de lesão e por tipo de lesão por região^a.

Categoria	Denominação ^b	Número de observações	Coeficiente de correlação	
			Extensão de lesão	Severidade de lesão
Tipo de Lesão	RO	252	0,688	0,606
	OS	84	0,755	0,564
Osso-Região/ Lesão	MIII-CSD/RO	42	0,733	0,840
	MIII-DC/RO	42	0,597	0,609
	MIII-DC/OS	42	0,347	0,469
	MIII-CL/RO	42	0,390	0,427
	F1-D/RO	42	0,791	0,809
	F1-D/OS	42	0,879	0,737
	F1-CL/RO	42	0,346	0,304
	SP-SES/RO	42	0,145	0,028

^a coeficientes de correlação com valor absoluto superior a 0,30 são significativos para $p < 0,05$.

^b **RO.** remodelação óssea; **OS.** osteófitos; **MIII-CSD/RO.** RO na região da crista sagital dorsal do metacarpiano/metatarsiano III (MIII); **MIII-DC/RO.** RO na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-DC/OS.** OS na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-CL/RO.** RO na região de inserção proximal dos ligamentos colaterais do boleto; **F1-D-OS.** RO na região dorso-proximal da primeira falange (F1); **F1-D/OS.** OS na região dorso-proximal de F1; **F1-CL/RO.** RO na região de inserção distal dos ligamentos colaterais do boleto; **SP-SES/RO.** RO na região dos ossos sesamóides proximais.

No protocolo experimental COMP, verificou-se um elevado ($0,50 \leq r < 1$) grau de correlação para as classificações de Ext e Sev, entre as técnicas de RX e ECO, tanto para as lesões de RO, como para os OS (Tabela 6). Considerando o tipo de lesão por região, concluiu-se existir um grau de correlação moderado ($0,30 \leq r < 0,50$) entre as classificações da RX e da ECO, tanto para a Ext como para a Sev, no caso dos OS na região dorsal dos côndilos (MIII-DC/OS). Verificou-se, por outro lado, um grau de correlação elevado ($0,50 \leq r < 1$) para ambos os parâmetros, Ext e Sev, para a RO nas regiões dorsais dos côndilos (MIII-DC/RO), da crista sagital (MIII-CSD/RO) e da primeira falange (F1-D/RO), e ainda para os OS na região dorsal da primeira falange (F1-D/OS) (Tabela 6). Nas regiões consideradas abaxialmente (MIII-CL/RO, F1-CL/RO), a correlação entre as classificações atribuídas pela RX e pela ECO, à Ext e à

Sev das lesões de RO, foi moderada ($0,30 \leq r < 0,50$) (Tabela 6). Por fim, para a RO na região dos ossos SP (SP-SES/RO), não se verificaram correlações significativas (Tabela 6).

Tabela 7- Classificações médias da extensão das lesões para os exames radiográfico e ecográfico *post mortem*, do protocolo experimental Comparação .

Categoria	Denominação	Número de observações	Método de avaliação	
			Radiografia	Ecografia
Tipo de Lesão	RO	504	0,324	0,378
	OS	168	0,371**	0,585**
Osso-Região/ Lesão	MIII-CSD/RO	84	0,333	0,393
	MIII-DC/RO	84	0,500**	0,738**
	MIII-DC/OS	84	0,131**	0,512**
	MIII-CL/RO	84	0,173	0,143
	F1-D/RO	84	0,635	0,706
	F1-D/OS	84	0,611	0,659
	F1-CL/RO	84	0,185	0,077
	SP-SES/RO	84	0,119	0,208
Globalmente		672	0,336**	0,430**

** $p < 0,01$; **RO**. remodelação óssea; **OS**. osteófitos; **MIII-CSD/RO**. RO na região da crista sagital dorsal do metacarpiano/metatarsiano III (MIII); **MIII-DC/RO**. RO na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-DC-OS**. OS na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-CL/RO**. RO na região de inserção proximal dos ligamentos colaterais do boleto; **F1-D-RO**. RO na região dorso-proximal da primeira falange; **F1-D/OS**. OS na região dorso-proximal d/ primeira falange; **F1-CL/RO**. RO na região de inserção distal dos ligamentos colaterais do boleto; **SP-SES/RO**. RO na região dos ossos sesamóides proximais.

A classificação média da extensão das lesões, considerando a globalidade das observações do protocolo COMP ($n=672$), foi significativamente mais elevada para a ECO que para a RX. As classificações médias de Ext diferiram significativamente para os OS, com valores mais elevados atribuídos no exame ECO, não se tendo verificado diferenças significativas para a RO. A região dorsal dos côndilos (MIII-DC) foi a única região que registou um valor de Ext significativamente mais elevado para a ECO que para o RX, dentro desta região, ambos os tipos de lesão refletiram esta tendência (MIII-DC/RO e MIII-DC/OS) (Tabela 7). Para as restantes regiões avaliadas, não se verificaram diferenças significativas entre as classificações médias de Ext com a RX e com a ECO.

Tabela 8- Classificações médias da severidade das lesões para os exames radiográfico e ecográfico *post mortem*, do protocolo experimental Comparação.

Categoria	Denominação	Número de observações	Método de avaliação	
			Radiografia	Ecografia
Tipo de Lesão	RO	504	0,781	0,832
	OS	168	0,889**	2,296**
Osso-Região-Lesão	MIII-CSD/RO	84	0,917	1,000
	MIII-DC/RO	84	1,012	1,250
	MIII-DC/OS	84	0,520**	1,206**
	MIII-CL/RO	84	0,506	0,524
	F1-D/RO	84	1,313	1,238
	F1-D/OS	84	1,258	1,187
	F1-CL/RO	84	0,484	0,309
	SP-SES/RO	84	0,451	0,673
Globalmente		672	0,808	0,923

p<0,01; **RO. remodelação óssea; **OS.** osteófitos; **MIII-CSD/RO.** RO na região da crista sagital dorsal do metacarpiano/metatarsiano III (MIII); **MIII-DC/RO.** RO na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-DC/OS.** OS na região dorsal dos côndilos do MIII; **MIII-CL/RO.** RO na região de inserção proximal dos ligamentos colaterais do boleto; **F1-D/RO.** RO na região dorso-proximal da primeira falange (F1); **F1-D/OS.** OS na região dorso-proximal da F1; **F1-CL/RO.** RO na região de inserção distal dos ligamentos colaterais do boleto; **SP-SES/RO.** RO na região dos ossos sesamóides.

No protocolo COMP, considerando os OS, a classificação média da severidade das lesões foi significativamente mais elevada na ECO do que na RX (Tabela 8). Para as lesões de RO, as classificações médias de Sev não diferiram significativamente entre os exames (Tabela 8).


Considerando cada um dos ossos avaliados, a classificação média de Sev apenas diferiu significativamente para o metacarpiano/metatarsiano III, com valores mais elevados atribuídos pela ECO. A região dorsal dos côndilos (MIII-DC) foi a única que registou um valor médio de severidade significativamente mais elevado para a ECO que para a RX. Dentro desta região, o tipo de lesão que refletiu esta tendência foi os osteófitos (MIII-DC/OS), cuja classificação média de Sev foi significativamente mais elevada para a ECO que para a RX (Tabela 8).

Tabela 9- Distribuição de frequências das classificações da extensão das lesões, nos exames radiográfico e ecográfico *post mortem*, do protocolo experimental Comparação (n=336).

ECO \ RX	a	b	c	d	e	Total
a	87	22	40	4	6	159
%	25,89	6,55	11,90	1,19	1,79	47,32
b	12	6	16	2	0	36
%	0,00	1,79	4,76	0,60	0,00	10,71
c	18	1	19	6	12	56
%	5,36	0,30	5,65	1,79	3,57	16,67
d	1	0	1	11	8	21
%	0,30	0,00	0,30	3,27	2,38	6,25
e	2	1	4	2	55	64
%	0,60	0,30	1,19	0,60	16,40	19,05
Total	120	30	80	25	81	336
%	35,71	8,93	23,81	7,44	24,12	100,00

RX- exame radiográfico; **ECO-** exame ecográfico

a) Ext=0,00; **b)** 0,00<Ext≤ 0,25; **c)** 0,25<Ext≤ 0,50; **d)** 0,50<Sev≤ 0,75; **e)** 0,75<Ext≤ 1,00

 classificação da extensão das lesões no mesmo intervalo


No protocolo COMP, em 178 casos (53,00%; n=336) a classificação da Ext caiu no mesmo intervalo, usando a ECO e a RX. Em 87 desses casos (25,89% do total) a extensão de lesão foi 0 em ambos os exames. Em 116 casos (34,50%), o valor de Ext foi maior na ECO que na RX. Por outro lado, em 42 casos (12,50%) o valor de Ext foi maior na RX que na ECO (Tabela 9) (Gráfico 1). Em 72 casos (21,43%) a ECO detetou alteração e a RX não (Ext=0). O contrário verificou-se em 33 casos (9,82%) em que a RX detetou alteração quando a ECO não (Tabela 9).

Tabela 10- Distribuição de frequências das classificações da severidade das lesões, nos exames radiográfico e ecográfico *post mortem*, do protocolo experimental Comparação (n=336).

RX \ ECO	A	B	C	D	Total
A	87	55	16	1	159
%	25,89	16,40	4,76	0,30	47,32
B	28	44	28	1	101
%	8,33	13,10	8,33	0,30	30,06
C	4	20	26	1	51
%	1,19	5,95	7,74	0,30	15,18
D	1	3	8	13	25
%	0,30	0,89	2,38	3,87	7,44
Total	120	122	78	16	336
%	35,71	36,31	23,21	4,76	100,00

RX- exame radiográfico; **ECO-** exame ecográfico

A) Sev=0,00; **B)** 0,50<Sev≤ 1,50; **C)** 1,50<Sev≤ 2,50; **D)** 2,50<Sev≤ 3,00

 classificação da severidade das lesões no mesmo intervalo

No protocolo COMP, em 170 casos (50,60%; n=336), a classificação da Sev foi semelhante para as duas técnicas imagiológicas (mesmo intervalo). Em 102 casos (30,36%) o valor de Sev foi superior no exame ecográfico. Em 84 destes casos (82,35%; 25% do total), o valor de Sev atribuído pela ECO situou-se no intervalo superior e em 17 casos (20,20%; 5,10% do total) situou-se dois intervalos acima do valor de Sev atribuído pela RX (Tabela 10) (Gráfico 2). Em 64 casos (19,05%, n=336) no protocolo experimental COMP, a classificação radiográfica da Sev foi superior à atribuída pela ECO. Em 56 destes casos (87,50%) (16,67% do total) o valor de Sev atribuído pela RX situou-se no intervalo superior ao atribuído pela ECO, e em 7 casos (10,92%) (2,08% do total) situou-se dois intervalos acima (Tabela 10).

Gráfico 1- Histograma referente ao cálculo da diferença entre as classificações da extensão de lesão atribuídas *post mortem* pela radiografia e pela ecografia, no protocolo experimental Comparação, e respectiva distribuição (n=336).

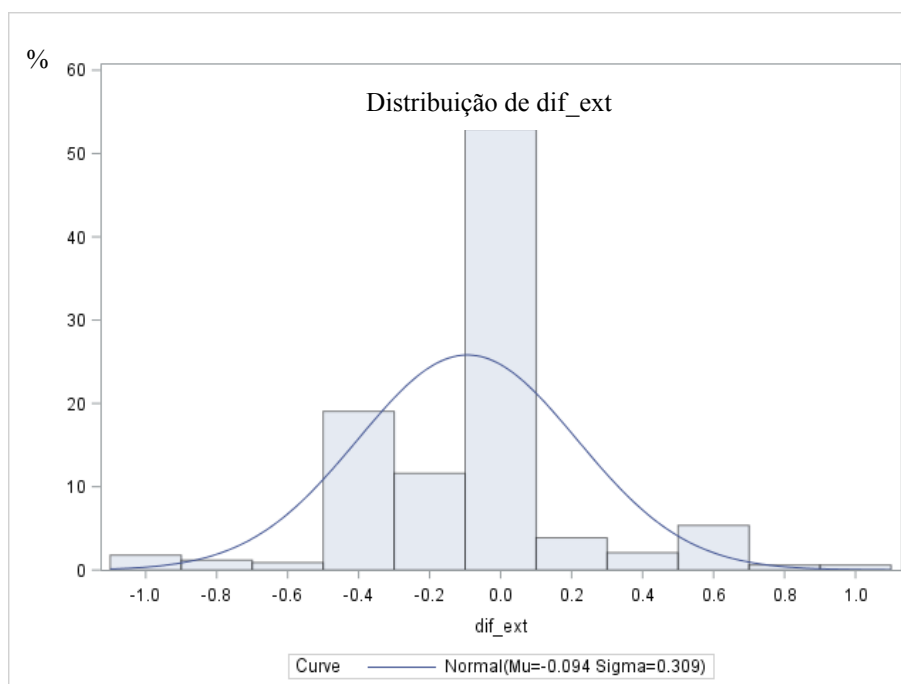
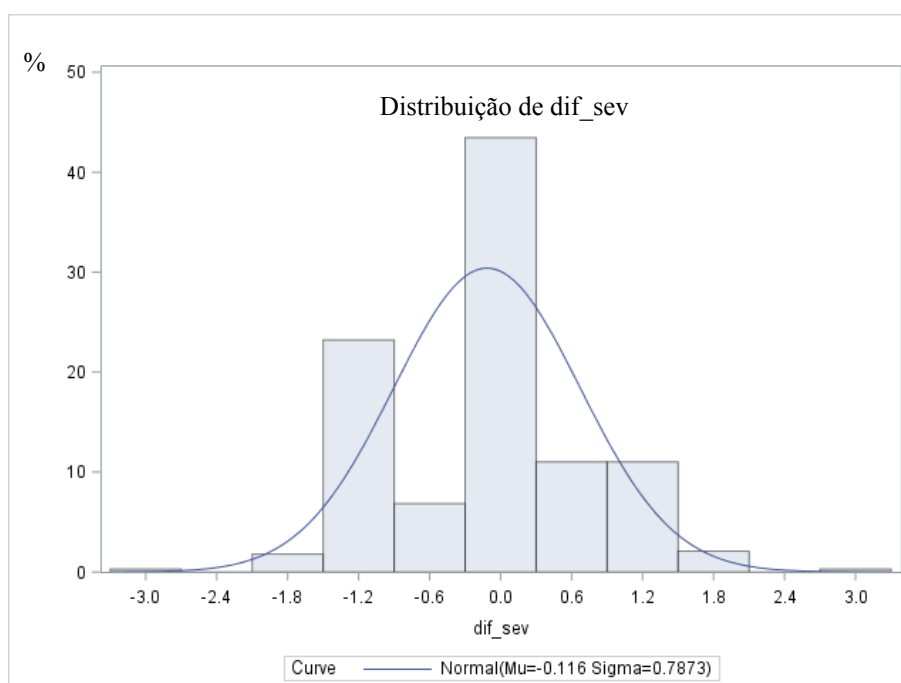


Gráfico 2- Histograma referente ao cálculo da diferença entre as classificações da severidade de lesão atribuídas *post mortem* pela radiografia e pela ecografia, no protocolo experimental Comparação, e respectiva distribuição (n=336).



No protocolo experimental COMP, na maioria dos casos, a classificação Ext não diferiu entre métodos de avaliação (Gráfico 1), tendo a distribuição dos casos discordantes sido mais uniforme para a Sev (Gráfico 2). Para ambos os parâmetros, foi mais frequente a ECO atribuir classificações mais elevadas que a RX (valores negativos), do que o oposto.

4. Discussão

No estudo realizado por Vanderperren et al. (2012), avaliaram-se alterações de osteoartrose na porção dorsal de 25 articulações do boleto de cadáveres de equinos, tendo os autores assumindo a premissa de que “(a utilização de cadáveres) não teve influência na detecção radiográfica de lesões de osteoartrose”, e concluído paralelamente que “as alterações ósseas detetadas ecograficamente, deveriam também ter podido ser detetadas em vida”. No presente estudo, os resultados suportam a conclusão de Vanderperren *et al.* (2012), já que para a grande maioria dos casos, as classificações atribuídas AM e PM se situaram no mesmo intervalo na distribuição de frequências, tanto para a extensão das lesões (78,6%), como para a severidade das lesões (82,9%). Adicionalmente, o grau de correlação entre as classificações *ante* e *post mortem* foi consistentemente alto, quer para a Ext como para a Sev das lesões (Tabela 1). Há ainda que sublinhar que, no caso das regiões MIII-CSP e F1-CL, a avaliação ecográfica não revelou lesões de RO em nenhum dos 13 boletos, nem no exame AM, nem no PM, pelo que o conceito de correlação não é aplicável, apesar de as classificações de Sev e Ext terem sido invariavelmente concordantes (Sev=0 e Ext=0).

No protocolo VAL, na grande maioria dos casos (78,6%), a classificação de Ext AM e PM foi exactamente igual (Tabela 3). Em 11 casos (9,4%) as classificações de Ext AM e PM diferiram em 0,25 décimas, em 8 casos (6,8%) em 0,33 décimas e em 6 casos (5,2%) essa diferença foi de 0,50 décimas. A existência de casos dispare entre as classificações AM e PM poderá eventualmente ser explicada pelo facto de as imagens gravadas durante os exames corresponderem a localizações adjacentes, ou pelo facto de o aspeto da superfície óssea avaliada se encontrar no limite da normalidade em determinada zona, tendo o médico veterinário considerado que existia lesão (Sev=1) numa das imagens e na outra não (Sev=0), alterando-se a classificação final da Ext nessa região. É também preciso ressaltar que na grande maioria (95,0%) dos casos discordantes para a Sev no protocolo VAL (Tabela 4), as classificações obtidas nos exames ecográficos AM e PM se encontravam em intervalos de valores consecutivos (A e B, B e C, C e D ou vice-versa), não diferindo em mais do que 1,00 valor na classificação final de Sev. Assim, em apenas num caso (0,9% do total) se verificou uma diferença de 2,00 valores entre as classificações de Sev atribuídas AM e PM. Além disso, assumindo a premissa “se Sev=1 então Sev=0” (Tabela 5), registou-se um aumento percentual de quase 10% nos casos concordantes (de 82,9% para 92,3%), o que significa que houve 11 casos com classificação Sev=0 num dos exames ecográficos mas Sev=1 no outro, desigualdade que neste contexto não

foi considerada relevante. Os casos discordantes resultarão provavelmente do facto de as imagens ecográficas gravadas AM e PM corresponderem a localizações adjacentes (principalmente em corte longitudinal) ou de ligeiras diferenças na inclinação da sonda.

Numa dada região articular, quando todas as zonas avaliadas se apresentam livres de lesão (RO ou OS), a classificação da Ext será 0 e, consequentemente, a classificação da Sev também será 0. No protocolo VAL, a classificação mais frequente para a Ext e para a Sev foi 0 (Tabelas 3 e 4), o que não era expectável tendo em conta a idade média bastante elevada dos equinos utilizados. Isto porque, no caso da OA do boleto, a idade é um dos factores predisponentes para o aparecimento de alterações osteoarticulares (Kidd et al. 2001), tendo sido inclusivamente detetadas lesões de OA (como degeneração da cartilagem e osteófitos) em articulações metacarpofalângicas de cavalos selvagens (Cantley, Delahunt, Pfeiffer et Thompson, 1999). Ainda no protocolo VAL, não se verificou nenhum caso em que a classificação de Sev fosse 3 (Tabela 4), apesar de um dos cavalos ter já 27 anos, o que de alguma maneira contrasta com a observação de Cantley *et al.* (1999) de que “a severidade de todos os parâmetros avaliados tendeu a aumentar com a idade”. Apesar do tipo de exercício praticado pelos cavalos não ser do nosso conhecimento, é plausível que a intensidade do mesmo fosse baixa, até porque na maioria dos casos em que se detetaram lesões articulares, estas eram ligeiras $0,50 < Sev \leq 1,50$ (Tabela 4). Há também que ter em consideração que, na grande maioria dos estudos imagiológicos do boleto existe uma pré-seleção da amostra, utilizando-se animais que apresentem sinais clínicos de lesão (Menarim et al. 2012, Machado et al. 2016), articulações com alterações radiográficas de OA (Vanderperren et al. 2012), alterações ecográficas (Bastiani et al. 2014) ou previamente diagnosticados com OA (Baccarin et al. 2012). Pelo contrário, para o protocolo VAL, foram utilizados cavalos eutanasiados perante a impossibilidade da preservação do bem-estar animal, pelo que não existiu nenhum tipo de pré-seleção da amostra, o que poderá justificar o elevado número de regiões classificadas com Sev=0. Convém ainda lembrar que as classificações de Ext e Sev das lesões (RO ou OS) foram atribuídas por região, o que significa que uma determinada articulação poderá apresentar-se livre de lesões numa determinada região articular, não querendo isso dizer que não apresente lesões de RO ou OS nas restantes regiões.

Numa ECO, o osso subcondral deve aparecer como uma linha hiperecogénica regular e bem definida associada a uma sombra acústica subjacente (Reef, 2003; Vanderperren et al. 2012) e a cartilagem articular deve ser facilmente identificada como uma linha anecogénica, de espes-

sura constante e contorno regular, imediatamente acima do osso subcondral (Cauvin & Smith, 2014), tanto *ante* como *post mortem*. Quando se verifica a presença de alterações ósseas articulares detetáveis no exame PM, com determinada severidade e extensão, as mesmas alterações, com a mesma Sev e Ext, deveriam ser detetadas num exame AM. Conclui-se assim, que a avaliação ecográfica das superfícies ósseas nas primeiras 6h PM não compromete a fiabilidade do exame, podendo os resultados obtidos em estudos PM ser eventualmente extrapolados para animais vivos.

No protocolo experimental COMP, a nível global, a média das classificações de Ext atribuídas pela ECO foi significativamente mais elevada ($p < 0,01$) que pela RX (Tabela 7), confirmando a hipótese de que a ECO é uma técnica mais sensível que a RX para a deteção de lesões de RO e OS no boleto, podendo este facto refletir ainda o “varrimento” mais minucioso das superfícies osteoarticulares possibilitado por esta técnica. Já relativamente à Sev, apesar de a média das classificações ter sido superior para a ECO, essa diferença não foi estatisticamente significativa (Tabela 8). No entanto, é plausível que esta diferença aumentasse, caso a escala utilizada para classificar a severidade das lesões de RO e de OS (nas várias zonas de cada região articular) permitisse atribuir meios pontos, visto que a classificação final da Sev para cada região seria mais precisa.

No protocolo COMP, as classificações médias atribuídas pela ECO aos OS foram significativamente mais elevadas que as atribuídas pela RX, tanto para a Ext (Tabela 7) como para a Sev (Tabela 8) das lesões. Adicionalmente, verificou-se uma forte correlação entre as classificações atribuídas pela RX e pela ECO, à Sev e à Ext dos OS (Tabela 6), o que significa que a uma classificação ecográfica mais elevada tendeu a corresponder uma classificação radiográfica mais elevada. Considerando o tipo de lesão por região, verificou-se uma correlação forte entre as classificações da RX e da ECO, para a Ext e Sev dos OS, na região dorsal de F1 (F1-D/OS). Facto que resulta, provavelmente, da relativa facilidade com que se consegue diagnosticar a presença de OS periarticulares dorso-proximais em F1, tanto com a RX (projeções DP, D45°L-Pa(Pl)M e D45°M-Pa(Pl)L oblíquas) (Butler et al. 2017b) como com a ECO (Cauvin & Smith, 2014). Já na região dorsal dos côndilos do metacarpiano/metatarsiano III (MIII-DC/OS) apenas se verificou uma correlação moderada para a Ext e Sev dos OS (Tabela 6); tendo-se verificado, paralelamente, classificações médias de Ext e Sev (Tabela 7 e 8) significativamente mais elevadas para a ECO que para a RX, facto que poderá sugerir que a utilização da ECO é particularmente vantajosa para diagnóstico de OS nos côndilos do MC/III. É preciso

também não esquecer que se encontra descrita a detecção de OS centrais nos côndilos com ECO e TAC, mas não com RX (Vanderperren et al. 2012; Olive et al, 2009).

No protocolo COMP, verificou-se um elevado grau de correlação entre as classificações da RX e da ECO, atribuídas à Sev à Ext das lesões de RO (Tabela 6) (à semelhança do que se verificou para os OS) e especificamente nas regiões dorsais dos côndilos (MIII-DC/RO) e da primeira falange (F1-D/RO), facilmente “acessíveis” a ambas as técnicas imagiológicas (Butler et al. 2017a; Cauvin & Smith, 2014). O grau de correlação entre as classificações atribuídas pela RX e pela ECO à Sev e à Ext das lesões de RO, foi moderado para as regiões colaterais. No caso da região colateral do metacarpiano/metatarsiano III, tal poderá dever-se à inclusão da zona de inserção proximal (MIII-CL/RO) dos ramos profundos dos ligamentos colaterais do boleto, cuja aparência é hipoecogénica (Pohlin et al, 2014) (Tabela 6), existindo algum grau de variabilidade individual. Somente a região dos ossos SP não obteve correlações significativas, tanto para a Ext como para a Sev das lesões de RO (Tabela 6), resultado que poderá relacionar-se com o facto de o aspecto imagiológico destes variar, podendo apresentar ligeiras irregularidades nas suas margens (Vanderperren & Saunders 2009a; Seignour et al. 2012). Até porque, ao realizar os exames ecográficos no protocolo COMP, essa variabilidade inter e até intra-individual foi notória. À semelhança do que se verificou para os OS, a ECO mostrou-se mais sensível na detecção de RO na região dorsal dos côndilos (MIII-DC), com classificações de Ext significativamente mais elevadas (Tabela 7); no entanto a percepção da severidade das lesões de RO (MIII-DC/RO) não diferiu significativamente entre a ECO e a RX (Tabela 8).

Seria de esperar que não existissem casos em que a classificação atribuída pela RX fosse superior à atribuída pela ECO, o que não se verificou. No entanto, o número de casos em que a ECO atribuiu uma classificação superior à RX foi superior ao número de casos em que se verificou o inverso, tanto para a Ext (Gráfico 1) como para a Sev (Gráfico 2) das lesões. No caso da Ext, a ECO foi mais sensível que a RX em 73,4% dos casos discordantes na distribuição de frequências (intervalos diferentes) (Tabela 9). Houve ainda 55 casos classificados com Ext=1 (total) por ambas as técnicas (Tabela 9), tendo a esmagadora maioria (94,5%) destes correspondido a regiões dorsais de F1 (principalmente) e do MC/TIII, resultado que reflete o carácter progressivo das alterações osteoarticulares no boleto (Carmona & Prades, 2009), tipicamente observadas a nível dorsal (Vanderperren et al. 2012). Convém ainda sublinhar que a utilização de vários cavalos mais velhos no protocolo COMP pode significar, por um lado, que existe maior probabilidade de os boletos apresentarem OA como consequência de trauma

(Schlueter & Orth, 2004), mas por outro que as lesões são consequência direta da idade (Car-mo & Prades, 2004). Por fim, a existência de 55 casos em que a ECO detetou a presença de lesões pouco severas ($0,50 < \text{Sev} \leq 1,50$) que não foram detetadas pela RX (Tabela 10), reforça a ideia de que a ECO é um meio mais sensível que a RX na deteção de lesões da superfície óssea, permitindo um diagnóstico precoce de OA e assegurando um melhor prognóstico (Vanderperren & Saunders, 2009a; Vanderperren et al. 2012). Ainda assim, é preciso não esquecer que para uma avaliação imagiológica conclusiva do boleto é indispensável o uso complementar da ECO e da RX (Denoix & Audigié, 2001; Vanderperren & Saunders, 2009).

O facto de as radiografias não terem sido realizadas em animais vivos foi considerado uma possível limitação intrínseca do exame radiográfico, no estudo conduzido por Vanderperren *et al.* (2012), devido à ausência da carga fisiológica nos membros avaliados. Neste estudo, também se verificou a ausência de carga articular, facto que poderá ter tido influência no caso do protocolo experimental Validação, em que se compararam as avaliações ecográficas realizadas *ante e post mortem*. No entanto, considerou-se que a grande limitação associada à utilização da porção distal dos membros se prende com a perda de tensão nos tendões e ligamentos seccionados (os quais não foram avaliados), cuja origem é proximal ao carpo/tarso. De resto, a utilização da porção distal dos membros facilitou o acesso à articulação e garantiu a estabilidade do mesmo. Neste estudo, a flexão do boleto para a avaliação dorso-distal dos côndilos e da crista sagital do MC/TIII não detetou nenhuma lesão adicional. Não obstante, no quotidiano clínico, a avaliação da zona dorso-distal do MC/TIII deve ser impreterivelmente realizada, já que poderá fornecer informação clinicamente relevante, dado o aumento da área articular exposta (Butler et al. 2017b; Denoix, 2009).

Neste estudo, os exames ecográficos e radiográficos foram realizados por médicos veterinários diferentes, o que garantiu a sua imparcialidade. Não obstante, este facto poderá justificar os casos em que a classificação da Ext e/ou da Sev das lesões foi superior para a RX. Neste contexto, a própria utilização de escalas semi-quantitativas de classificação das lesões (RO e OS), poderá ser considerada uma limitação deste estudo. Por outro lado, a utilização de uma escala de classificação mais fracionada (com meios pontos) poderia contribuir para aumentar a precisão da classificação.

Normalmente, a realização conjunta de um exame radiográfico, seguida de um ecográfico, é suficiente para obter um diagnóstico de lesão na articulação do boleto, facilitando a interpretação da relevância das alterações presentes tendo em conta o quadro clínico

apresentado pelo cavalo (Denoix & Audigié, 2001), mas frequentemente o diagnóstico de OA só surge quando as lesões articulares são já irreversíveis (McIlwraith, 2010). Na presença de sinais clínicos de lesão nas articulações MCF/MTF, outras modalidades imagiológicas mais sensíveis poderão ser úteis, em situações em que as alterações ainda não sejam detetáveis com a ECO e a RX (Hauspie et al. 2011; Kawcak & Barrett, 2016). Machado *et al.* (2016) concluiu que a TAC é mais sensível que a RX na avaliação das margens axiais dos ossos SP, por exemplo; no entanto, esta técnica utiliza radiação ionizante e obriga à realização de uma anestesia geral. Já a RM permite a visualização de vários planos, detetando alterações da anatomia e fisiologia dos tecidos (Mair, Kinns, Jones et Bolas, 2005), oferecendo um melhor contraste que a TAC na avaliação dos tecidos moles do boleto. A RM é mais sensível que a RX e a ECO no diagnóstico de lesões no osso subcondral (Hauspie et al. 2011), apesar de estar descrito que a pouca espessura da cartilagem articular do boleto, limita a avaliação precisa de lesões na mesma (Olive et al. 2009; King, Zubrod, Schneider, Sampson et Roberts, 2013).

Vanderperren *et al.* (2012) obteve resultados concordantes com os apresentados neste estudo, tendo concluído que a avaliação ecográfica da MCF permite a deteção de irregularidades da superfície óssea numa fase precoce, nomeadamente nos côndilos do MCIII.

5. Conclusão

É comum identificar-se a dor no boleto como causa de claudicação em cavalos de desporto, estando esta associada a reformas antecipadas da vida desportiva. A realização de um exame ecográfico pode fornecer informação precoce e exata sobre as alterações presentes nos tecidos moles, na superfície do osso subcondral e a nível da cartilagem articular do boleto.

Neste estudo, a comparação dos exames ecográficos AM e PM demonstrou não haver diferenças relevantes na avaliação das superfícies osteoarticulares do boleto nas primeiras 6 horas PM, no que toca à deteção e classificação das lesões de RO e de OS.

Os resultados deste estudo sugerem que a ECO é mais sensível que a RX, nomeadamente na determinação da Ext das lesões de RO e na avaliação da Ext e Sev dos OS na região dorsal dos côndilos do MC/IIII. Estes resultados estão de acordo com o que já existe descrito em trabalhos anteriores e reforçam a necessidade da utilização da ECO para a obtenção de um diagnóstico precoce de OA, contribuindo para melhorar o prognóstico e salvaguardar, em parte, o futuro desportivo dos cavalos afetados por esta doença de índole degenerativa.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Bastiani, G., Desessards de la Côte, F., Brass, K., Kommers, G., Denoix, J.-M. (2014). Association of ultrasound and anatomopathologic findings of equine metacarpophalangeal lesions. *Journal of Equine Veterinary Science* 34, 1218-1225
- Budras, K.-D., Sack, W. O., Rock, S. (2011). Chapter 2: Thoracic limb. *Anatomy of the horse*. (6th ed.) (4, 10-12). Hannover, Germany: Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH & Co.
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., Poulos, P. W. (2017). Chapter I: General principles. *Clinical radiology of the horse* (4th ed.). (1-22, 34-35, 37-38). Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd.
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., Poulos, P. W. (2017a). Chapter 4: Proximal and middle phalanges and proximal interphalangeal joint. *Clinical radiology of the horse* (4th ed.). (149-154, 170-171). Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd.
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., Poulos, P. W. (2017b). Chapter 5: Metacarpophalangeal and metatarsophalangeal (fetlock) joints. *Clinical radiology of the horse* (4th ed.). (175-208). Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd.
- Butler, J. A., Colles, C. M., Dyson, S. J., Kold, S. E., Poulos, P. W. (2017c). Chapter 6: The metacarpal and metatarsal regions. *Clinical radiology of the horse* (4th ed.). (215, 217-218). Chichester, West Sussex, UK: Wiley Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd.
- Cantley, C. E. L., Firth, E. C., Delahunt, J. W., Pfeiffer, D. U., Thompson, K. G. (1999). Naturally occurring osteoarthritis in the metacarpophalangeal joints of wild horses. *Equine Veterinary Journal*, 31, 73-80
- Carmona, J. U., Prades, M. (2009). Pathophysiology of osteoarthritis. *Compendium Equine: Continuing Education for Veterinarians*. 3CE, Article 1, 28-40
- Carstens, A. & Smith, R. K. W. (2014). Chapter 1: Ultrasonography of the Foot and the Pastern. In J. A. Kidd, K. G. Lu, M. L. Fazer, *Atlas of equine ultrasonography*. (pp.38). Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Cauvin, E. R. J. & Smith, R. K. W. (2014). Chapter 2: Ultrasonography of the fetlock. *Atlas of equine ultrasonography*. (45-61). Chichester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Denoix, J.-M. (1994). Functional anatomy of tendons and ligaments in the distal limbs (manus and pes). *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 10, no. 2, 273-322
- Denoix, J.-M., Jacot, S., Bousseau, B., Perrot, P. (1996). Ultrasonographic anatomy of the dorsal and abaxial aspects of the equine fetlock. *Equine Veterinary Journal*, 28(1), 54-62

- Denoix, J.-M. (2000). Preface. *The equine distal limb* an atlas of clinical comparative anatomy. (V). London, UK: Manson Publishing Ltd.
- Denoix, J.-M. (2000a). General presentation of the atlas. *The equine distal limb* an atlas of clinical comparative anatomy. (VII-VIII). London, UK: Manson Publishing Ltd.
- Denoix, J.-M. (2000b). Dissections of the equine fetlock. *The equine distal limb* an atlas of clinical comparative anatomy. (243-277). London, UK: Manson Publishing Ltd.
- Denoix, J.-M. & Audigié, F. (2001). Ultrasonographic examination of joints in horses. Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2001, vol. 47, 366-375
- Denoix, J.-M. (2003). Part I - Diagnosis of lameness. Chapter 17: Ultrasonographic examination of joints. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (189). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Denoix, J.M., 2009. Ultrasonographic examination of joints, a revolution in equine locomotor pathology. Bulletin de l'Academie Vétérinaire de France 162, 313– 325.
- Dik, K., van del Belt, A., Keg, P. (1991). Ultrasonographic evaluation of fetlock annular ligament ligament constriction in the horse. Equine Veterinary Journal 23(4), 285-288
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., Fails, A. D. (2009). Chapter 14: The equine foot and passive stay apparatus. *Anatomy and physiology of farm animals*, (7th ed.) (250-252) Iowa, USA: Wiley-Blackwell
- Frisbie, D. D. (2012). Chapter 38: Synovial joint biology and pathobiology. In Auer & Stick, *Equine surgery*, (4th ed.) (1096-1113). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders.
- Getty, R. (2001a). Capitulo 15: Osteología de los equinos. In S. Sisson, J.-D. Grossman, *Anatomia de los animales domesticos*, (5 edición española, de la 5 edición original) (pp. 326-330, 355-356). Barcelona, España: Masson S. A.
- Grevenhof, E., Ducro, B., van Weeren, P., van Tartwijk, J., van den Belt, A., Bijma, P. (2009). Prevalence of various radiographic manifestations of osteochondrosis and their correlations between and within joints in Dutch Warmblood horses. Equine Veterinary Journal, 41(1), 11-16
- Grondahl, A. M. (1992). Incidence and development of ununited proximoplantar tuberosity of the proximal phalanx in Standardbred Trotters. Veterinary Radiology & Ultrasound 33, 18-21
- Harrison, S. M., Whitton, R. C., Kawcak, C. E., Stover, S. M., Pandey, M. G. (2010). Relationship between muscle forces, joint loading and utilization of elastic strain energy in equine locomotion. The Journal of Experimental Biology 213, 3998-4009

- Hauspie, S., Declercq, J., Martens, A., Zani, D., Bergman, E., Saunders, J. (2011). Anatomy and imaging of the equine metacarpophalangeal/metatarsophalangeal joint. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 80: 263-270
- Kawcak, C. E. & Barrett, M. F. (2016). Section IV, Chapter 21: Fetlock. In C. W. McIlwraith, D. D. Frisbie, C. E. Kawcak, P. René and van Weeren, *Joint disease in the horse*, (2nd ed.) (pp. 302-315). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Inc.
- Kidd, J. A., Fuller, C. and Barr, A. R. S., (2001). Tutorial article - osteoarthritis in the horse. *Equine Veterinary Education*, 13 (3), 160-168
- King, J. N., Zubrod, C. J., Schneider, R. K., Sampson, S. N., Roberts, G. (2013). MRI findings in 232 horses with lameness localized to the metacarpo(tarso)phalangeal region and without a radiographic diagnosis. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 54, no. 1, 36-47
- Kuyinu, E. L., Narayanan, G., Nair, L. S., Laurencin, C. T. (2016). Animal models of osteoarthritis: classification, update, and measurement of outcomes. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 11:19, 1-27
- Lawson, J. S., Bolt, D. M., May, S., Smith, A. J., Felstead, C. W. and Weller, R. (2012). Detection of joint effusion on radiographs of horses. *Veterinary Record*, 170, 336
- Machado, V., Aguiar, A., Viana, G., Crosignani N., Pouli Filho, J. (2016). Diagnostic value of computed tomography, radiography and ultrasonography in metacarpophalangeal joint disorders in horses. *Arq. Bras. Med. Vet Zootec*, vol.68, no.1, 66-72
- Mair, T. S., Kinns, J., Jones, R. D., Bolas, N. M. (2005). Magnetic resonance imaging of the distal limb of the standing horse. *Equine Veterinary Education*, 17 (2), 74-78
- McIlwraith, C. W. (2002). Arthroscopic surgery for osteochondral chip fragments and other lesions not requiring internal fixation in the carpal and fetlock joints of the equine athlete: what have we learned in 20 years?. *Clinical Techniques in Equine Practice*, vol.1, no.4, 200-210
- McIlwraith, C. W. (2010). Feeding and veterinary management of the sport horse. *Proceedings of the 2010 17th Kentucky Equine Research- Nutrition Conference*, 23-33
- Morgan, J. W. (2013). How to take radiographs of the metacarpophalangeal/metatarsophalangeal joint (fetlock joint). *AEEP Proceedings*, vol.59, 359-363
- Moyer, W., Schumacher, J., Schumacher, J. (2007). *A guide to equine joint injection and regional anesthesia*, (6, 24-33, 74-87). Yardley, PA, USA: Veterinary Learning Systems.
- Olive, J., D'Anjou, M.-A., Girard, C., Laverty, S., Theoret, C. L. (2009). Imaging and histological features of central subchondral osteophytes in racehorses with metacarpophalangeal joint osteoarthritis. *Equine Veterinary Journal*, 41(9), 8859-864
- Pohlin, F., Edinger, J., Jenner, F., Egerbacher, M. (2014). Anatomic and histologic features and ultrasonographic appearance of the collateral ligaments of the metacarpophalangeal and

- metatarsophalangeal joints in cadaveric limbs from horses without lameness. *American Journal of Veterinary Research* vol.75, no.12, 1089-1098
- Rantanen, N. W., Jorgensen, J. S., Genovese, R. L. (2003). Part I - Diagnosis of lameness. Chapter 16: Ultrasonographic evaluation of the equine limb: technique. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (167, 172, 174). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Reef, V. B. (2003). Part I - Diagnosis of lameness. Chapter 18: Ultrasonography and orthopedic (non-articular) disease. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (196-197). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Richardson, D. W. (2003). Part III - The Forelimb. Chapter 37: The metacarpophalangeal joint. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (348-158). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Ross, M. W. (2003). Part I - Diagnosis of lameness. Chapter 8: Manipulation. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (81). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Ruggles, A. J. (2003). Part III - The Forelimb. Chapter 36: The proximal and middle phalanges and proximal interphalangeal joint. In M. W. Ross & S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*, (344). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders
- Smith, R. K. W. (2008). Ultrasonography in the diagnosis of lameness. *Proceedings of the 10th International Congress of World Equine Veterinary Association - Moscow, Russia*, 143-150
- Schlueter, A. E. and Orth, M. W. (2004). Equine osteoarthritis: a brief review of the disease and its causes. *Equine Comparative Exercise Physiology*, 1(04), 221-231
- Seignour, M., Coudry, V., Norris, R., Denoix, J-M. (2012). Ultrasonographic examination of the palmar/plantar aspect of the fetlock in the horse: technique and normal images. *Equine Veterinary Education*, 24 (1), 19-29
- Spaulding, K. (1984). Ultrasonographic anatomy of the tendons and ligaments in the distal metacarpal-metatarsal equine limb. *Veterinary Radiology* vol.25, no.4, 155-166
- Tenney, W. e Whitcomb, M. B. (2008). Ultrasonographic diagnosis of fetlock collateral ligament rupture in 17 Horses. *AAEP Proceedings*, vol.54, 435-438
- Trumble, T. N., Brown, M. P., Merritt, K. A., Billingham, R. C. (2008). Joint dependent concentrations of bone alkaline phosphatase in serum and synovial fluids of horses with osteochondral injury: an analytical and clinical validation. *Osteoarthritis and Cartilage*, 16, 779-786

- Van Weeren, P. R. (2016). Section 1, Chapter 1: General anatomy and physiology of joints. In C. W. McIlwraith, D. D. Frisbie, C. E. Kawcak, P. René and van Weeren, *Joint disease in the horse*, (2nd ed.) (1-20). St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Inc.
- Vanderperren, K., Gielen, I., Van Caelenberg, A., Van der Vekens, E., Raes, E. V., Hauspie, S., Van Bree, H., Saunders, J. H. (2012). Ultrasonographic appearance of bony abnormalities at the dorsal aspect of the fetlock joint in geriatric cadaver horses. *The Veterinary Journal* 193, 129-134
- Vanderperren, K., Saunders, J. H. (2009). Diagnostic imaging of the equine fetlock region using radiography and ultrasonography. Part 1: Soft tissues. *The Veterinary Journal* 181, 111-122
- Vanderperren, K., Saunders, J. H. (2009a). Diagnostic imaging of the equine fetlock region using radiography and ultrasonography. Part 2: The bony disorders. *The Veterinary Journal* 181, 123-136
- Werpy, N. & Axiak, L. (2013). Review of innovative ultrasound techniques for the diagnosis of musculoskeletal injury. *AEEP Proceedings*, vol.59, 209-21